บทที่ 5
การควบคุมคุณภาพสำหรับกระบวนการชุบสังกะสีรางสายไฟฟ้าแบบจุ่มร้อน

การที่จะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพในกระบวนการผลิต การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จแล้ว ตลอดจนต้องมีมาตรฐานข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการผลิต สำหรับมาตรฐานข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ที่กล่าวถึงนี้ โดยทั่วไปสามารถสร้างขึ้นมาได้โดยการวิจัยถึงความต้องการของลูกค้า แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์บางประเภทจะมีมาตรฐานของผลิตภัณฑ์รองรับอยู่ เช่น ผลิตภัณฑ์เหล็กกล้าละมุนรีดร้อนชนิดแผ่นหนา, แผ่นบางและแผ่นแถบ (Hot-rolled mild steel plate, sheet and strip) ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เลขที่ มอก.๕๒๘-๒๕๒๑ เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน (Hot rolled structure steel sections) ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม เลขที่ มอก.๑๒๒๗-๒๕๓๗ เป็นต้น กล่าวคือนอกจากจะกำหนดข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์จากความต้องการของลูกค้าแล้ว บางครั้งก็สามารถกำหนดข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์จากมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง

สำหรับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอ้างอิงนี้ยังสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. มาตรฐานข้อกำหนดและระเบียบในประเทศ เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กฎกระทรวงมหาดไทย กฎของการพลังงานแห่งชาติ เป็นต้น
2. มาตรฐานสากลและมาตรฐานของประเทศผู้ผลิต ซึ่งเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

สำหรับประเทศไทย มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ขึ้นบังคับใช้หลายประเภท ในปี พ.ศ.2511 ได้มีการตราพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขึ้น สำหรับเนื้อหาส่วนใหญ่ของมาตรฐานอุตสาหกรรมจะประกอบไปด้วยการกำหนดคุณสมบัติต่างๆทั้งด้านกายภาพและทางเคมี อีกทั้งยังมีการกำหนดวิธีการตรวจสอบทดสอบผลิตภัณฑ์ด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่ถูกกำหนดโดยมาตรฐานอุตสาหกรรมไทยนี้ยังไม่ครอบคลุมผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ผลิตภัณฑ์บางประเภทยังต้องอาศัยมาตรฐานผลิตภัณฑ์จากประเทศอื่นที่เจริญกว่า

มาตรฐานสากลที่ใช้เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์เพื่ออ้างอิงมีอยู่มากมาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการตกลงกันระหว่างผู้ผลิต และผู้ซื้อ มาตรฐานสากลที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ISO (International Standard Organization) IEC (International Electrotechnical Commissions) เป็นต้น

สำหรับมาตรฐานของประเทศผู้ผลิตที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ANSI (American National Standard Institute Inc.) ASTM(American Society for Testing and Material) BS(British Standard Institute) JIS(Japanese Standard Association) เป็นต้น

ดังนั้นการชุบสังกะสีรางสายไฟฟ้าแบบจุ่มร้อน จำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพทุกขั้นตอน เริ่มตั้งแต่การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ การควบคุมคุณภาพระหว่างการชุบ และการควบคุมคุณภาพรางสายไฟฟ้าที่ผ่านกระบวนการชุบแล้ว ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

5.1 ระบบควบคุมคุณภาพของรางสายไฟฟ้าที่ผ่านกระบวนชุบแล้ว

การควบคุมคุณภาพของรางสายไฟฟ้าที่ผ่านกระบวนการชุบ มีเนื้อหา 4 ส่วนคือ

1. ข้อกำหนดทางคุณภาพของงานบริการชุบสังกะสีรางสายไฟฟ้า
2. เกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว
3. แผนการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบ
4. วิธีการจัดเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว

5.1.1 ข้อกำหนดทางคุณภาพของงานบริการชุบสังกะสีรางสายไฟฟ้า

ข้อกำหนดทางคุณภาพของงานบริการชุบสังกะสีรางสายไฟฟ้านี้ จะอ้างอิงถึงข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์เหล็กเคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน ASTM A123 - 89 และข้อมูลการร้องเรียนของลูกค้าซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ก) ค่าความหนาของผิวเคลือบ

ค่าความหนาของผิวเคลือบขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์และความหนาของชิ้นงานก่อนการชุบสังกะสี ตารางที่ 5.1 แสดงค่าเกรดความหนาผิวเคลือบที่ต่ำที่สุดที่ยังยอมรับได้ หลังจากทราบถึงค่าเกรดความหนาผิวเคลือบที่ต่ำที่สุดที่ยอมรับได้แล้ว นำค่าเกรดความหนานี้มาหาค่าความหนาของผิวเคลือบต่ำสุดที่ยังยอมรับได้จากตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.1. แสดงค่าเกรดความหนาผิวเคลือบที่ต่ำที่สุดที่ยอมรับได้

ประเภทผลิตภัณฑ์	ความหนาผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบ (มิลลิเมตร)				
	< 1.6	1.6 - <3.2	3.2 - 4.8	>4.8-<6.4	≥6.4
1. เหล็กงานโครงสร้าง	45	65	85	85	100
2. แผ่น	45	65	75	85	100
3. ท่อ	....	....	75	75	75
4. ลวด	45	45	65	65	85

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความหนาของผิวเคลือบที่ต่ำสุดที่ยังยอมรับได้ตามเกรดความหนา

เกรดความหนา	ความหนาผิวเคลือบ (µm)	มวล (กรัม/ตารางเมตร)
35	35	250
45	45	320
55	55	390
65	65	460
75	75	515
85	85	605
100	100	710

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข) สภาพของผิวเคลือบ

สภาพของผิวเคลือบคือสภาพของผิวเคลือบสังกะสีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบแล้ว ซึ่งต้องมีคุณสมบัติดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ผิวเคลือบสังกะสีมีความเรียบและต่อเนื่อง ทั้งนี้ผิวเคลือบสังกะสีต้องมีความเรียบและต่อเนื่องอย่างเหมาะสมกับสภาพผิวของผลิตภัณฑ์ก่อนการชุบ
- ไม่ปรากฏสังกะสีส่วนเกินตามขอบของผลิตภัณฑ์และบนผิวเคลือบสังกะสี
- ไม่ปรากฏเนื้อผิวของผลิตภัณฑ์เดิม ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบแล้วพบส่วนที่ชุบไม่ติดที่ยาวไม่เกิน 1 นิ้วหรือยาวน้อยกว่าส่วนที่แคบที่สุดของชิ้นงานและพื้นที่ของส่วนที่ชุบไม่ติดทั้งหมดต้องน้อยกว่า 0.5% ของพื้นที่ผิวที่ต้องการเคลือบหรือไม่เกิน 36 ตารางนิ้วต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ 1 ตัน สามารถทำการซ่อมแซมได้ตามมาตรฐาน ASTM A780
- สภาพผิวเคลือบบริเวณผูกลวดแขวนชิ้นงาน อาจมีรอยตำหนิได้ แต่ต้องไม่เผยให้เห็นเนื้อของผลิตภัณฑ์เดิม
- ไม่พบสิ่งบกพร่องประเภท ตุ่ม ตะกอนฟลักซ์ จุดดำ ก้อนมูล(Dross)

ค) การยึดติดแน่นของผิวเคลือบ

ผิวเคลือบสังกะสีสามารถคงทนต่อเครื่องมือเคลื่อนย้ายและการใช้งานผลิตภัณฑ์ตามจุดประสงค์การใช้งานปกติโดยปราศจากการร่อนหรือหลุดเป็นฝอยๆ ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ชุบแล้วต้องนำไปขึ้นรูปต่อโดยการดัด ผิวเคลือบต้องไม่ได้รับความเสียหายจากการดัดด้วย

ง) ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์

ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์นี้ได้มาจากข้อมูลการร้องเรียนของลูกค้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ คือ ไม่มีเศษลวดที่ผูกชิ้นงานเพื่อการเคลื่อนย้ายเหลืออยู่ และการทาสีที่เกิดจากการซ่อมแซมหรือตกแต่งผลิตภัณฑ์มีน้อยที่สุด หรือมีเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

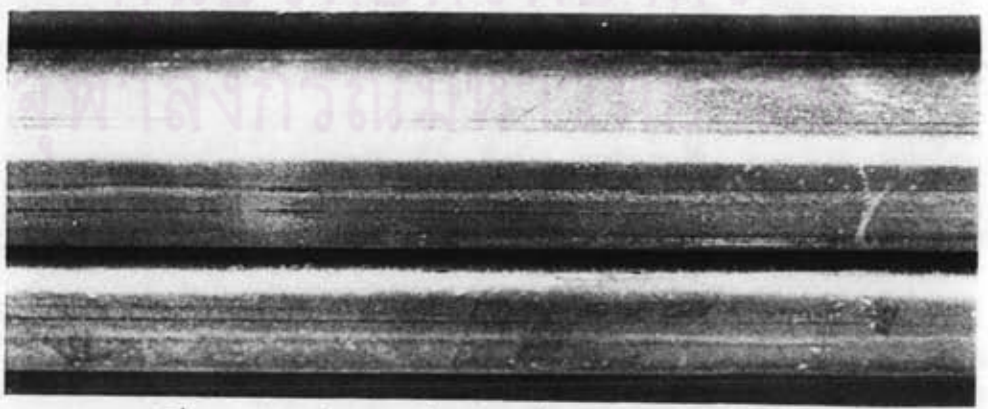
5.1.2 เกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว

เกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบรางสายไฟฟ้าที่ชุบแล้วมีเนื้อหาอยู่ 2 ส่วนคือ การตรวจสอบแบบทำลายและการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ทั้งนี้ได้จัดทำขึ้นมาโดยอ้างอิงถึงข้อกำหนดของการบริการชุบตามข้อ 5.1.1 และมาตรฐาน ASTM A123 - 89 โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้รางสายไฟฟ้าที่ผ่านการตรวจสอบมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อกำหนดของการบริการชุบ

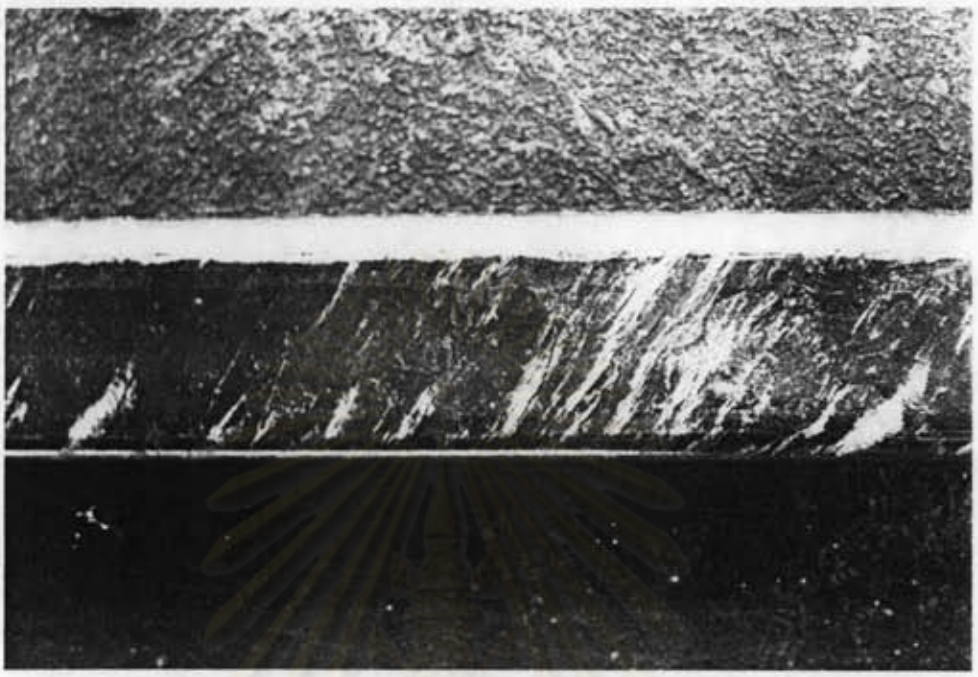
5.1.2.1 การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย

ก) ความเรียบและความต่อเนื่องของผิวเคลือบ

ความเรียบและต่อเนื่องของผิวเคลือบสังกะสีจะถูกตรวจสอบโดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจว่าผิวเคลือบมีความเรียบที่ยอมรับได้หรือไม่ให้พิจารณาดังนี้ ความเรียบและความต่อเนื่องของผิวเคลือบจะขึ้นอยู่กับความเรียบและความต่อเนื่องของผิวเหล็กเดิมก่อนการชุบสังกะสี ผิวเหล็กเดิมที่ขรุขระนั้นเมื่อนำมาชุบสังกะสีแล้วจะได้ผิวเคลือบที่มีลักษณะขรุขระตามไปด้วยและลักษณะขรุขระของผิวเคลือบจะเหมือนลักษณะขรุขระของผิวเหล็กเดิม ในทำนองเดียวกันผิวเหล็กที่มีความเรียบนั้นเมื่อนำมาชุบสังกะสีแล้วผิวเคลือบที่เกิดขึ้นจะมีความเรียบเหมือนผิวเหล็กเดิมด้วย ดังนั้นผิวเคลือบที่มีความเรียบที่ยอมรับได้คือมีความเรียบตามสภาพผิวเหล็กเดิมก่อนการชุบสังกะสี ผิวเคลือบที่ไม่สามารถยอมรับความเรียบได้คือผิวเคลือบที่ไม่เรียบทั้งนี้ความไม่เรียบนี้ไม่เหมือนกับลักษณะของผิวเหล็กเดิมด้วย

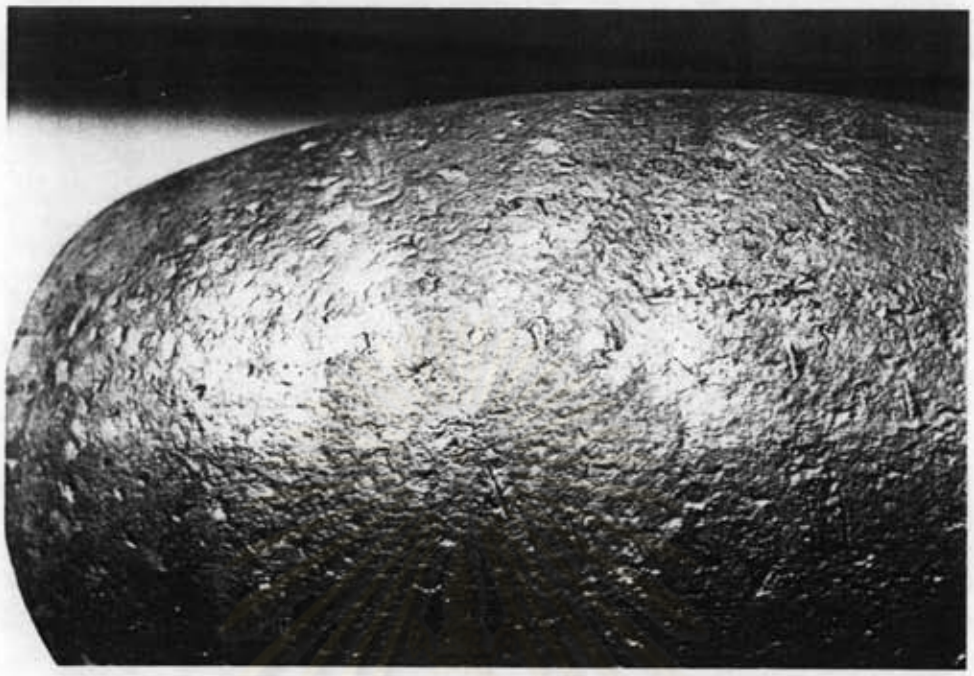


รูปที่ 5.1 ตัวอย่างความเรียบผิวเหล็กก่อนการชุบสังกะสี



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างผิวเคลือบที่เรียบและสามารถยอมรับได้

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างผิวเคลือบที่ไม่เรียบและยอมรับไม่ได้



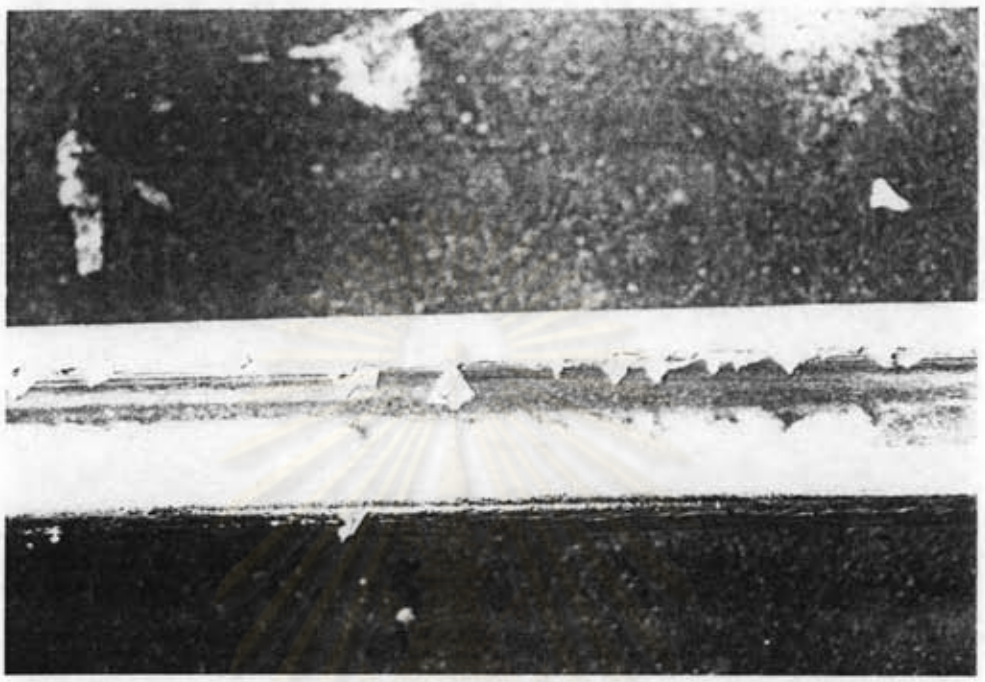
รูปที่ 5.4 ตัวอย่างผิวเคลือบที่มีลักษณะตามผิวเหล็กเดิมและสามารถยอมรับได้

ข) สังกะสีส่วนเกิน

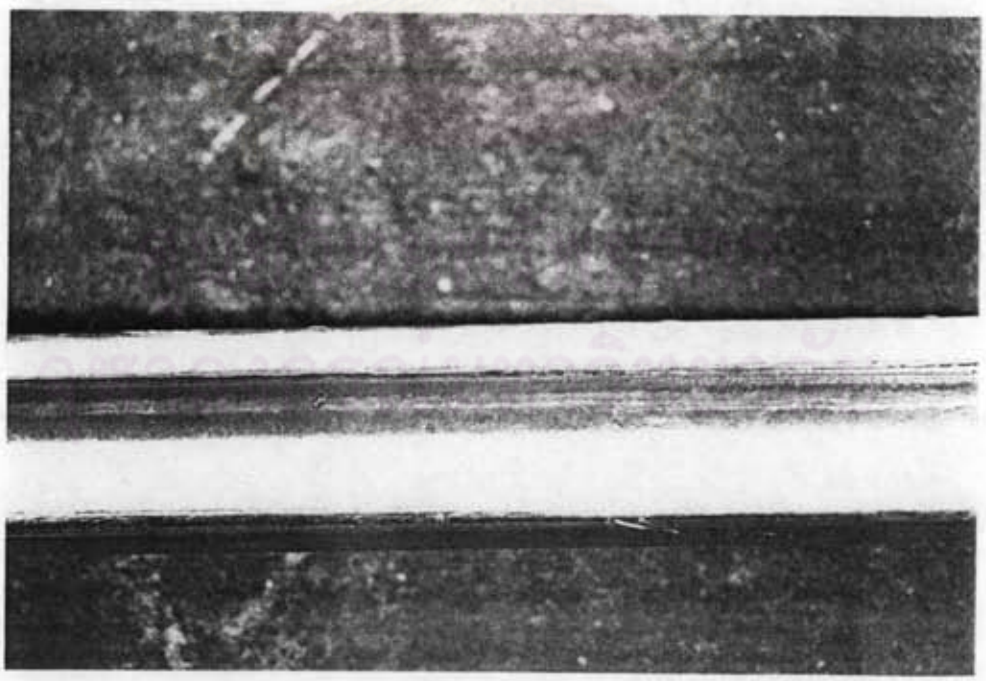
การตรวจสอบสังกะสีส่วนเกินทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจว่ามีสังกะสีส่วนเกินที่ยอมรับได้หรือไม่ ให้พิจารณาดังนี้ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบและการตกแต่งแล้วต้องไม่ปรากฏสังกะสีส่วนเกินตามขอบ ทั้งนี้รวมถึงการไม่ปรากฏการขังของสังกะสีตามมุมอับของผลิตภัณฑ์ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างการเกิดสังกะสีส่วนเกินที่มุมอับของผลิตภัณฑ์และยอมรับไม่ได้



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างการเกิดสังกะสีส่วนเกินที่ขอบของผลิตภัณฑ์และยอมรับไม่ได้



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีสังกะสีส่วนเกิน

ค) การเห็นเนื้อเหล็ก

การตรวจสอบการเห็นเนื้อเหล็กทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจว่ามีการเห็นเนื้อเหล็กที่ยอมรับได้หรือไม่ ให้พิจารณาดังนี้ จะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบและการตกแต่งแล้วได้ก็ต่อเมื่อไม่เห็นเนื้อเหล็กเดิม ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบและมีส่วนที่ชุบไม่ติดแต่ส่วนที่ชุบไม่ติดนั้นได้รับการตกแต่งโดยการทาสีจนไม่สามารถเห็นเนื้อเหล็กเดิมแล้วถือว่าสามารถยอมรับได้

รูปที่ 5.8 ตัวอย่างชิ้นงานที่มีส่วนที่ชุบไม่ติด

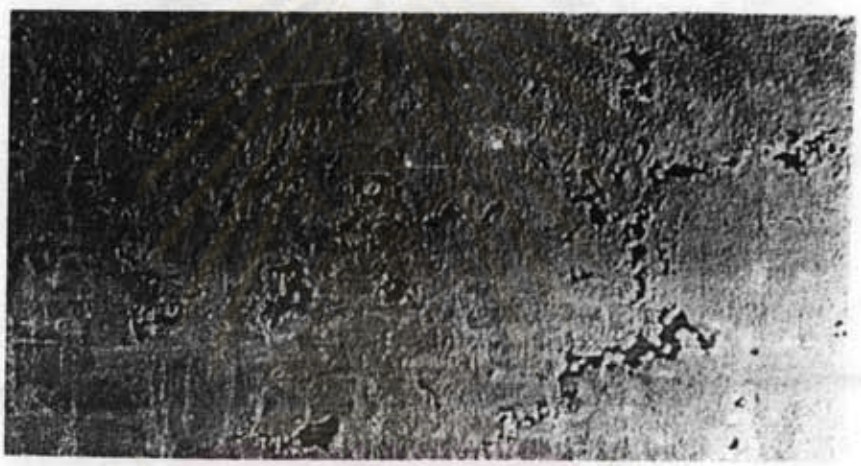
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง) สภาพผิวเคลือบบริเวณผูกลวดแขวนชิ้นงาน

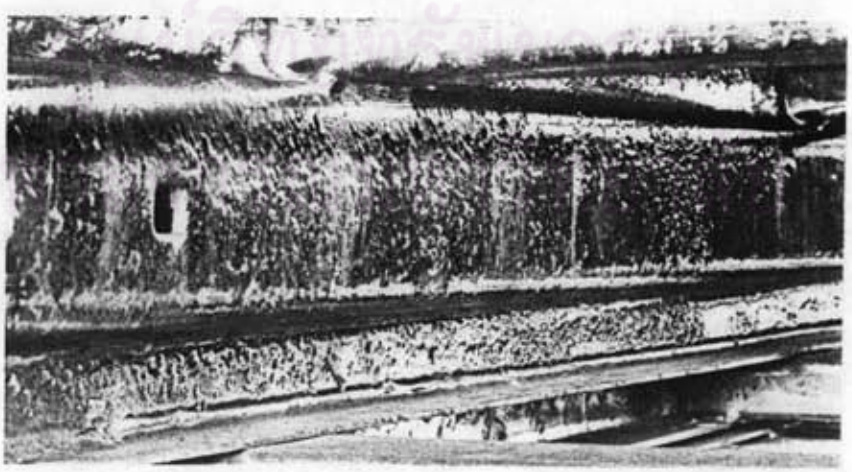
การตรวจสอบสภาพผิวเคลือบบริเวณผูกลวดแขวนชิ้นงานทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจยอมรับหรือไม่ให้พิจารณาดังนี้ จะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่บริเวณผูกลวดได้รับการตกแต่งแล้วจนมีความเรียบผิวตามเกณฑ์ข้อ ก) และไม่ปรากฏส่วนที่เห็นเนื้อเหล็กเดิมตามเกณฑ์ข้อ ค)

จ) สิ่งบกพร่องประเภท จุดดำ ก้อนมูล(Dross) ขี้เถ้า

การตรวจสอบสิ่งบกพร่องประเภท จุดดำ ก้อนมูล(Dross) ขี้เถ้า ทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ได้หรือไม่ ให้พิจารณาดังนี้ จะยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบและการตกแต่งแล้วได้ก็ต่อเมื่อไม่ปรากฏสิ่งบกพร่อง ประเภทจุดดำ ขี้เถ้า และก้อนมูล(Dross)

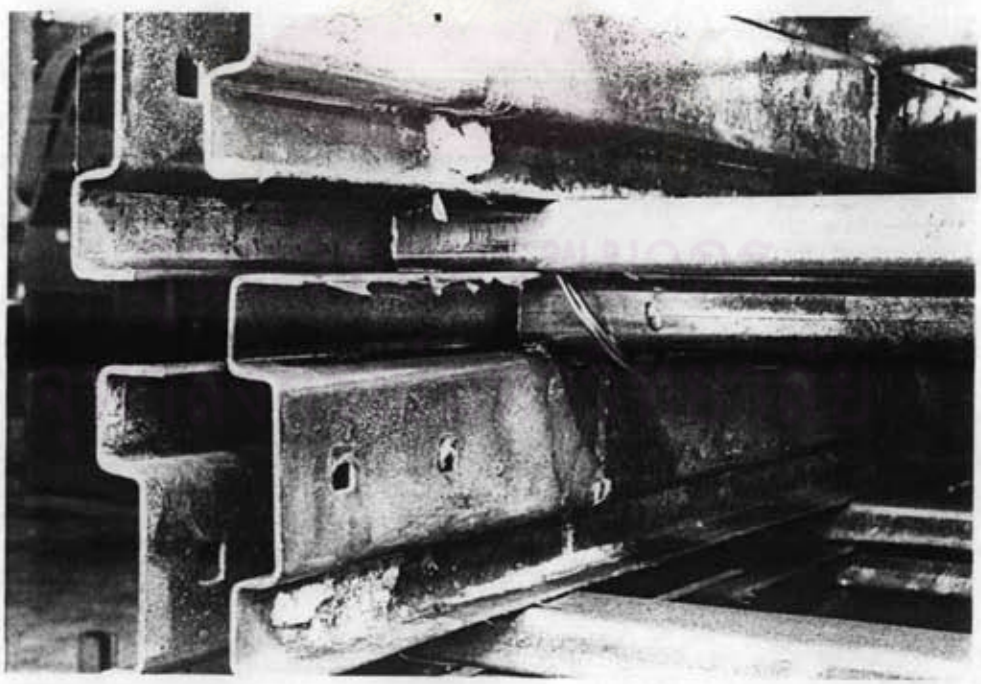


รูปที่ 5.9 แสดงตัวอย่างผิวเคลือบที่มีจุดดำ



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างผิวเคลือบที่มีก้อนมูล(Dross)แบบทราย

รูปที่ 5.11 ตัวอย่างผิวเคลือบที่มีก้อนมูล(Dross) แบบก้อน

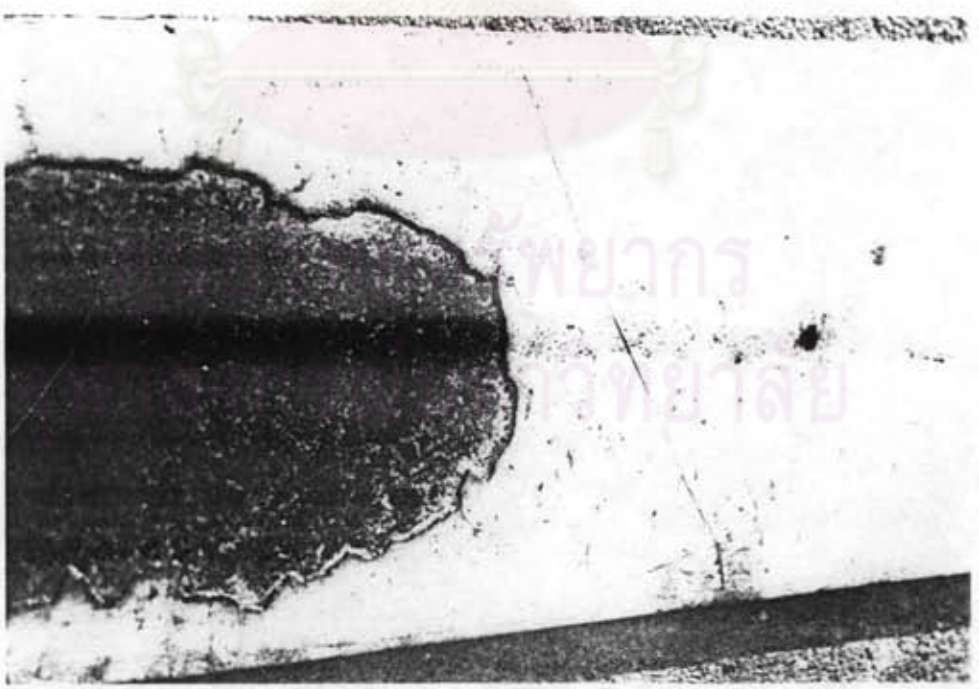


รูปที่ 5.12 ตัวอย่างผิวเคลือบที่มีขี้เถ้า

ฉ) การยึดติดแน่นของผิวเคลือบ

การตรวจสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบแบบทำลายและการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย สำหรับเกณฑ์มาตรฐานในการตรวจสอบข้อ ฉ) นี้จะเป็นการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย สำหรับการตรวจสอบแบบทำลายนั้นจะทำการตรวจสอบก็ต่อเมื่อได้รับการร้องขอจากลูกค้าเท่านั้น และมีรายละเอียดของการตรวจสอบตามเกณฑ์ข้อ 5.1.2.2 ข้อ ก)

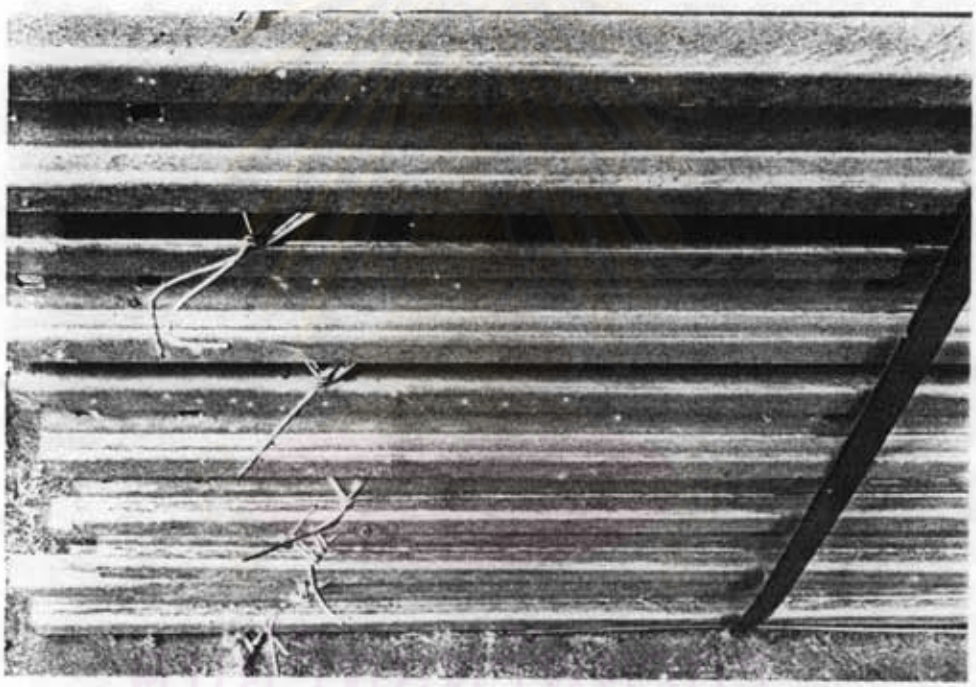
การตรวจสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบแบบไม่ทำลายทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์หรือไม่ให้พิจารณาดังนี้ โดยธรรมชาติของผิวเคลือบสังกะสีจะมีการยึดติดแน่นกับผิวเหล็กเดิม ทั้งนี้ผิวเคลือบสังกะสีสามารถคงทนต่อการเคลื่อนย้าย และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายได้ ดังนั้นจะตัดสินใจยอมรับการยึดติดแน่นของผิวเคลือบก็ต่อเมื่อไม่ปรากฏการร่อนของผิวเคลือบ ทั้งนี้รวมถึงการร่อนของผิวเคลือบที่เกิดจากอุปกรณ์การเคลื่อนย้าย และการร่อนที่เกิดขึ้นเองด้วย



รูปที่ 5.13 ตัวอย่างผิวเคลือบที่ร่อน

ช) ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์

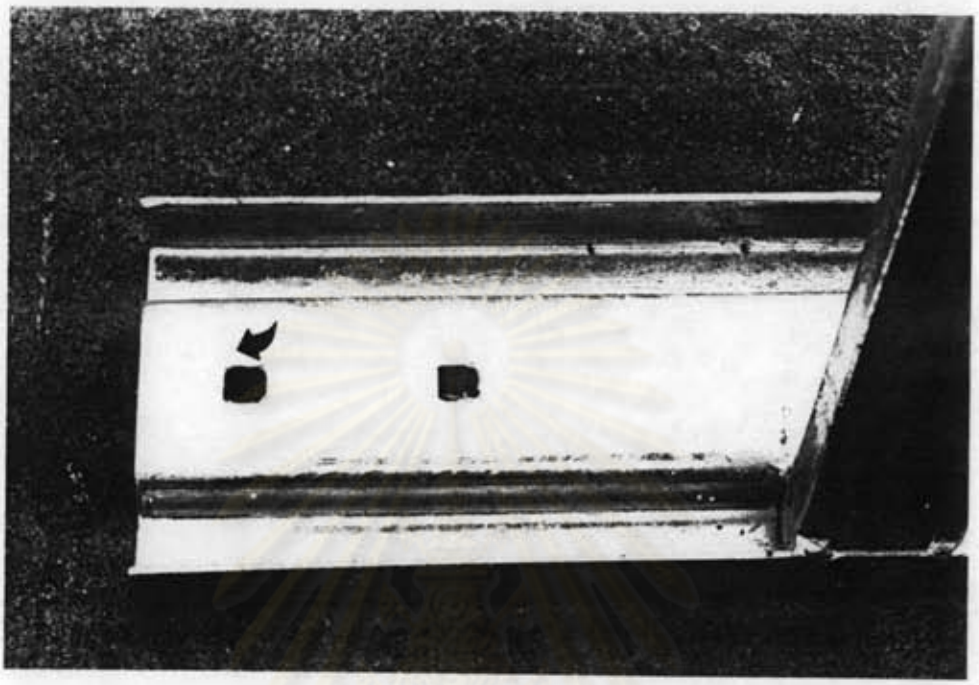
ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 เรื่องคือ การทาสี และเศษลวดที่ผูกชิ้นงาน ผู้ตรวจสอบจะพิจารณายอมรับผลิตภัณฑ์ได้ก็ต่อเมื่อ ไม่ปรากฏเศษลวดผูกชิ้นงานเหลืออยู่บนผลิตภัณฑ์ และความยาวด้านกว้างและด้านยาวของพื้นที่ที่ได้รับการทาสีบนผลิตภัณฑ์ต้องน้อยกว่า 4 นิ้ว ทั้งนี้พื้นที่ที่ได้รับการทาสีและมีความยาวด้านกว้างและด้านยาวน้อยกว่า 4 นิ้วจะต้องมีไม่เกิน 10 ตำแหน่ง



รูปที่ 5.14 ตัวอย่างเศษลวดผูกชิ้นงานที่เหลืออยู่บนผลิตภัณฑ์

ฌ) การบิดเบี้ยว

การตรวจสอบการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ทำได้โดยใช้สายตาของผู้ตรวจสอบ ทั้งนี้ผู้ตรวจสอบจะตัดสินใจยอมรับผลิตภัณฑ์ก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการชุบไม่บิดเบี้ยว โก่งงอ หรือ เสียรูปทรงใดๆ



รูปที่ 5.15 ตัวอย่างการทาสีบนผลิตภัณฑ์

5.1.2.2 การตรวจสอบแบบทำลาย

การตรวจสอบแบบทำลายนี้จะกระทำก็ต่อเมื่อได้รับการร้องขอจากลูกค้าเท่านั้น และการตรวจสอบแบบทำลายจะมีเนื้อหาอยู่ 4 ส่วน คือ

ก) การตรวจสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบ

การตรวจสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบจะอ้างอิงตามมาตรฐานการทดสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบโลหะ ASTM B571- 91 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การตรวจสอบการยึดติดแน่นของผิวเคลือบจะไม่กระทำที่บริเวณขอบหรือมุมของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการยึดติดแน่นของผิวเคลือบที่น้อยที่สุด ดังนั้นจึงทำการทดสอบที่บริเวณอื่นแทน ซึ่งปกติควรทำการทดสอบที่ปลายทั้งสองข้างและบริเวณกลางของชิ้นทดสอบ สำหรับวิธีการทดสอบมีทั้งหมด 6 วิธี ดังนี้

1. การทดสอบโดยการคัด มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- นำชิ้นทดสอบมาคัดจนกระทั่งปลายทั้งสองข้างของชิ้นทดสอบขนานกัน โดยมีรัศมีการคัดเท่ากับ 4 เท่าของความหนาของชิ้นทดสอบ
- ตรวจสอบบริเวณคัดโดยใช้แว่นขยายที่มีกำลังขยาย 4 เท่า
- ถ้าพบว่าเกิดการร่อนหรือหลุดเป็นสะเก็ดของผิวเคลือบ ให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้
- ถ้าผิวเคลือบเกิดรอยแตกหรือเกิดเป็นตุ่มให้ใช้มีดปลายแหลมทำการงัดผิวเคลือบออก ถ้าสามารถงัดผิวเคลือบที่แตกออกได้ให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้ แต่ถ้าไม่สามารถงัดผิวเคลือบที่แตกออกได้ให้ยอมรับว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบได้
- จากนั้นทำการคัดชิ้นทดสอบกลับไปกลับมา โดยมีองศาการคัด 180 องศา จนกระทั่งชิ้นทดสอบเกิดการเสียหาย
- ให้ทำการตรวจสอบบริเวณที่เสียหายของชิ้นทดสอบด้วยแว่นกำลังขยาย 10 เท่า
- ถ้าพบว่าเกิดการร่อนของผิวเคลือบให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้

2. การทดสอบโดยการขัด มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ทำการขัดผิวชิ้นทดสอบเป็นบริเวณกว้างประมาณ 5 ตารางเซนติเมตร ที่ปลายทั้งสองข้างและบริเวณกลางของชิ้นทดสอบ ด้วยเครื่องมือขัดปลายเรียบ ประมาณ 15 วินาที เครื่องมือขัดปลายเรียบที่เหมาะสมคือแท่งเหล็กทรงกระบอกและมีปลายเป็นรูปครึ่งทรงกลม

- การออกแรงขัดจะต้องไม่มากจนเกินไปจนเป็นการขุดผิว

- ถ้าพบว่าเกิดตุ่ม หรือ การร่อน หรือ หลุดของผิวเคลือบให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้

3. การทดสอบโดยการปั๊มขึ้นรูป(Drawing) มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ทำชิ้นทดสอบขึ้นจากชิ้นงานตัวอย่างโดยให้มีลักษณะเป็นแผ่นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มิลลิเมตร

- นำชิ้นทดสอบมาปั๊มขึ้นรูป(Draw) ให้เป็นถ้วย โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฐาน 38 มิลลิเมตร ความสูง 18 มิลลิเมตร

- ถ้าปรากฏว่าเกิดการหลุดร่อนของผิวเคลือบให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้

4. การทดสอบโดยล้อขัด มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- นำล้อขัดที่มีผิวหยาบมาหมุนกระแทกบนผิวเคลือบ

- ถ้าผิวเคลือบเกิดหลุดร่อนให้พิจารณาการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดี และไม่สามารถยอมรับได้

5. การทดสอบโดยการกระแทก มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ใช้อุปกรณ์กระแทกหรือหัวค้อนทรงกลม ทำการกระแทกลงบนผิวเคลือบ โดยที่ต้องกระแทกลงตำแหน่งเดิม จนชิ้นทดสอบเปลี่ยนรูป

- ชิ้นทดสอบต้องถูกยึดด้วยอุปกรณ์รองรับที่มั่งคงแข็งแรง

- ถ้าปรากฏว่าเกิดตุ่มหรือการหลุดร่อนของผิวเคลือบให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีและไม่สามารถยอมรับได้

6. การทดสอบโดยการดัน มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

- ทำการเจาะรูตันที่ชิ้นทดสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.75 เซนติเมตร
- ความลึกของรูตันเท่ากับความหนาของชิ้นทดสอบลบด้วย 1.5 มิลลิเมตร
- นำแหวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตรมารองที่ชิ้นทดสอบบริเวณที่เจาะรู
- นำเหล็กเครื่องมือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร มาดันลงในรูจนกระทั่งทะลุไปอีกด้าน
- ถ้าเกิดการร่อนของผิวเคลือบขึ้นให้พิจารณาว่าการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดี และไม่สามารถยอมรับได้

ข) การตรวจสอบน้ำหนักของผิวเคลือบ

การตรวจสอบน้ำหนักของผิวเคลือบจะอ้างอิงตามมาตรฐานการทดสอบค่าน้ำหนักของผิวเคลือบสังกะสี ASTM A90/A90M- 93 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเตรียมชิ้นทดสอบและสารละลาย

- นำผลิตภัณฑ์ตัวอย่างมาเตรียมชิ้นทดสอบ โดยทำการตัดผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่ปลายทั้งสองข้างและบริเวณตรงกลางให้มีขนาดความกว้างและยาวด้านละ 9 เซนติเมตร ดังนั้นผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 1 ชิ้น นำมาทำชิ้นทดสอบได้ 3 ชิ้น
- เตรียมสารละลายแอนติโมนีไตรคลอไรด์ (Antimony Trichloride Solution) โดยการละลาย Sb_2O_3 จำนวน 20 กรัม หรือ $SbCl_3$ จำนวน 32 กรัม ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.19 ปริมาณ 1000 มิลลิลิตร
- เตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริค-แอนติโมนีคลอไรด์ (Hydrochloric Acid-Antimony Trichloride Solution) โดยการเติมสารละลายแอนติโมนีคลอไรด์ 5 มิลลิลิตร ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริคที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.19 100 มิลลิลิตร

ขั้นตอนการทดสอบ

1. ทำความสะอาดชิ้นทดสอบให้สะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด แล้วล้างด้วยแอลกอฮอล์ จากนั้นเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

2. หาค่าน้ำหนักของชิ้นทดสอบโดยการชั่งน้ำหนัก โดยที่ความแม่นยำของค่าน้ำหนักที่ได้ต้องไม่ต่ำกว่า 0.01 กรัม แต่สำหรับชิ้นทดสอบที่มีน้ำหนักมากกว่า 125 กรัม ค่าความแม่นยำต้องไม่ต่ำกว่า 0.1 กรัม จดบันทึกค่าน้ำหนักไว้

3. จุ่มชิ้นทดสอบลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริค-แอนติโมนีคลอไรด์ (Hydrochloric Acid-Antimony Trichloride Solution) ที่ได้เตรียมไว้ประมาณ 15 ถึง 30 วินาที จนผิวเคลือบละลายหมด สังเกตได้จากฟองอากาศที่เกิดขึ้นอย่างมากได้ลดลงจนเหลือเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย และระหว่างการทดสอบต้องให้อุณหภูมิของสารละลายไม่สูงเกิน 38 องศาเซลเซียส

4. ทำความสะอาดชิ้นทดสอบจากข้อ 3 โดยการล้างน้ำ จุ่มลงในน้ำร้อน เช็ดให้สะอาดหรือเป่าให้แห้ง

5. นำชิ้นทดสอบไปชั่งน้ำหนักด้วยค่าความแม่นยำเดียวกันกับข้อ 2 จดบันทึกไว้

6. คำนวณหาค่าพื้นที่ของชิ้นทดสอบที่เคยถูกเคลือบไว้ โดยมีค่าความแม่นยำไม่ต่ำกว่า 5 ตารางมิลลิเมตร ทั้งนี้ไม่รวมถึงพื้นที่ชิ้นทดสอบที่ไม่ถูกเคลือบตั้งแต่แรก

7. คำนวณหาค่าน้ำหนักของผิวเคลือบโดยสมการ

$$C = [(W_1 - W_2) / A] \times N$$

โดยที่ C = น้ำหนักของผิวเคลือบของชิ้นทดสอบ (กรัม/ตารางเมตร)

W_1 = น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนจุ่มสารละลาย หน่วยเป็นกรัม

W_2 = น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังจุ่มสารละลาย หน่วยเป็นกรัม

A = พื้นที่ของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร

N = ค่าคงที่ 1×10^6

การพิจารณาผลการตรวจสอบ

1. จากการที่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง 1 ชิ้น จะแบ่งออกเป็นชิ้นทดสอบ 3 ชิ้น ดังนั้นค่าน้ำหนักของผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างจะเท่ากับค่าเฉลี่ยของค่าน้ำหนักผิวเคลือบของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ชิ้น

2. หลังจากหาค่าเฉลี่ยแล้ว นำค่าน้ำหนักผิวเคลือบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับข้อกำหนดความหนา ข้อ 5.1.1 ข้อ ก) เพื่อพิจารณาว่าน้ำหนักของผิวเคลือบเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ ค่าน้ำหนักที่ได้ต้องไม่น้อยกว่าในตารางที่ 5.2 จึงสามารถยอมรับได้

3. จากนั้นให้นำค่าน้ำหนักผิวเคลือบของชิ้นทดสอบทั้ง 3 ค่า ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ข้อกำหนดความหนา ข้อ 5.1.1 ข้อ ก) ด้วย โดยการเปรียบเทียบครั้งนี้ให้ทำการลดเกรดความหนาในตารางที่ 5.2 ลง 1 เกรด ดังนั้นค่าน้ำหนักผิวเคลือบของชิ้นทดสอบที่ได้ทั้ง 3 ค่า ต้องไม่น้อยกว่าค่าน้ำหนักในตารางที่ 5.2 ที่ลดเกรดลง 1 เกรด จึงสามารถยอมรับได้

4. จะสามารถยอมรับความหนาของรุ่นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างภายได้ข้อกำหนดความหนาก็ต่อเมื่อการเปรียบเทียบทั้งในข้อ 2 และ ข้อ 3 ผ่าน

ค) การตรวจสอบความสม่ำเสมอของผิวเคลือบ

การตรวจสอบความสม่ำเสมอของผิวเคลือบจะอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์เคลือบสังกะสีแบบจุ่มร้อน BS729-1971 APPENDIX B ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเตรียมผลิตภัณฑ์ตัวอย่างและสารละลาย

1. ทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยน้ำยาทำความสะอาด ล้างน้ำ และเช็ดให้แห้ง จากนั้นจุ่มลงในสารละลายกรดซัลฟุริกความเข้มข้น 2% ซึ่งเตรียมโดยการผสมสารละลายกรดซัลฟุริกที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.84 ปริมาณ 2 มิลลิลิตรกับน้ำกลั่น 98 มิลลิลิตร เป็นเวลาประมาณ 15 วินาที จากนั้นล้างน้ำ และเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด

2. ถังแช่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างต้องมีระยะห่างระหว่างผนังของถังและผลิตภัณฑ์ตัวอย่างไม่น้อย 25 มิลลิเมตร ทุกด้าน

3. เตรียมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตลงในถัง โดยการละลายผลึกคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$) 36 กรัมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร จากนั้นทำการวัดความถ่วงจำเพาะของสารละลายต้องได้ 1.18 ที่อุณหภูมิ 18 องศาเซลเซียส การปรับค่าความถ่วงจำเพาะทำได้โดยการเติมน้ำกลั่นหรือเติมสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตที่ความถ่วงจำเพาะสูงกว่า 1.18 ปริมาณของสารละลายต้องมากกว่า 8 เท่าของพื้นที่ผิวทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

ขั้นตอนการทดสอบ

1. รักษาอุณหภูมิของสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตไว้ที่ 18±2 °C

2. ทำการแช่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างลงในถังเป็นเวลา 1 นาที โดยไม่ให้ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างติดกัน และห้ามกวนสารละลายด้วย

3. ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นทันทีแล้วทำความสะอาดโดยการล้างน้ำ และขัดตะกอนดำออกด้วยแปรงพลาสติก ทำความสะอาดรูต่างๆให้สะอาดด้วย จากนั้นเช็ดให้แห้ง และกลับไปทำข้อ 2 ใหม่ จนกระทั่งเวลาสะสมทั้งหมดที่ใช้แช่ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างรวมกันเป็น 4 นาทีและในการจุ่มครั้งสุดท้ายไม่ต้องทำความสะอาดผลิตภัณฑ์ให้ข้ามไปทำข้อ 4 เลย

4. หลังจากทำข้อ 3 แล้ว จะเกิดตะกอนสีแดงของทองแดงขึ้น ให้ทำการตรวจสอบความกว้างและความยาวของตะกอนสีแดงตามหลักการพิจารณาผลการตรวจสอบข้างล่าง

การพิจารณาผลการตรวจสอบ

1. ให้ทำการขัดตะกอนทองแดงออก และถ้าพบว่ายังปรากฏผิวเคลือบสังกะสีอยู่ได้ตะกอนนั้นให้พิจารณาว่าผิวเคลือบมีความสม่ำเสมอและสามารถยอมรับได้

2. ในกรณีที่ขัดตะกอนทองแดงออกแล้วเห็นเนื้อเหล็ก ให้พิจารณาความกว้างและความยาวของตะกอนซึ่งต้องไม่เกิน 25 มิลลิเมตร จึงสามารถยอมรับได้

ง) การตรวจสอบการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์

การตรวจสอบการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์ จะอ้างอิงตามมาตรฐานการปฏิบัติเพื่อป้องกันการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์เหล็ก ASTM A143 - 74 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. นำผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบสังกะสีมาดัดให้งอ โดยมีองศาการดัด 90 องศา แต่อย่างไรก็ตามถ้าขณะทำการดัดปรากฏว่าผลิตภัณฑ์เกิดการเสียหายขึ้นให้หยุดทันที การเสียหายที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นการเสียหายของผลิตภัณฑ์เท่านั้นไม่ใช่การเสียหายของผิวเคลือบ

2. ในกรณีที่ทำการดัดโดยมีองศาการดัด 90 องศา แล้วผลิตภัณฑ์ยังไม่เกิดการเสียหาย ให้ทำการดัดย้อนกลับไปกลับมาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์เกิดการเสียหาย แล้วจดบันทึกจำนวนครั้งที่ได้ทำการดัดไป

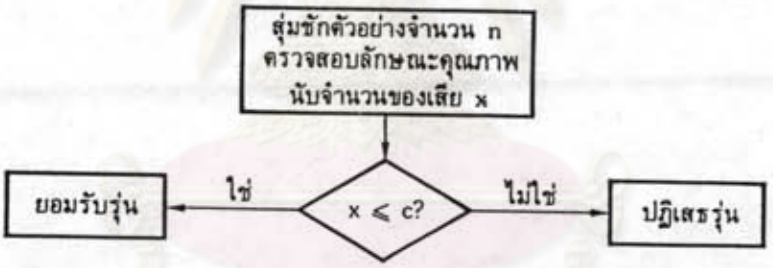
3. นำผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันและรุ่นเดียวกันที่ไม่ผ่านการชุบสังกะสีมาทำการดัดโดยมีเงื่อนไขในการดัดเหมือนข้อ 1 และ ข้อ 2 ข้างต้นและต้องทำการดัดที่ตำแหน่งเดียวกันด้วย แล้วทำการจดบันทึกจำนวนครั้งของการดัดที่เกิดการเสียหาย

4. เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการดัดของผลิตภัณฑ์ที่ชุบสังกะสีกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการชุบสังกะสี ถ้าไม่มีการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์เหล็กจำนวนครั้งที่ดัดจะต้องเท่ากัน ถ้าปรากฏว่าจำนวนครั้งของการดัดของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบสังกะสีน้อยกว่าแสดงว่าเกิดการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์ขึ้น

5. สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถทำการตรวจสอบโดยการดัดได้ ให้ทำการตรวจสอบโดยการตี ซึ่งทำได้โดยการนำค้อนเหล็ก 1 กิโลกรัมมาตีลงบนผลิตภัณฑ์จนกระทั่งเกิดการเสียหายขึ้น แล้วทำการเปรียบเทียบจำนวนครั้งที่ใช้ตีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบสังกะสีและผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการชุบสังกะสี ทั้งนี้ต้องตีที่ตำแหน่งเดียวกันด้วย

5.1.3 แผนการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบ

แผนการชักตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว เป็นแผนการตรวจสอบเชิงเดี่ยวซึ่งจะประกอบไปด้วยตัวเลข 2 ตัว คือ จำนวนตัวอย่างที่สุ่มชักจากรุ่น (n) และเลขจำนวนที่ยอมรับ (c) การใช้แผนชักตัวอย่างทำโดยการชักตัวอย่างแบบสุ่มจากรุ่นสินค้าจำนวน n ตัวอย่าง แล้วทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพจากนั้นทำการจำแนกของดีและของเสียออกจากกัน ถ้าพบว่ามีจำนวนของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ c ก็ยอมรับรุ่นสินค้า แต่ถ้าจำนวนของเสียมากกว่า c ก็ปฏิเสธรุ่นสินค้า ขั้นตอนการประยุกต์ใช้แผนการชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวได้แสดงดังรูปที่ 5.16



รูปที่ 5.16 ผังงานประยุกต์แผนชักตัวอย่างเชิงเดี่ยว

สำหรับจำนวนตัวอย่าง n และเลขจำนวนยอมรับ c จะขึ้นอยู่กับจำนวนรุ่นผลิตภัณฑ์ รายละเอียดได้แสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว

รุ่น (ชิ้น)	ตัวอย่าง n (ชิ้น)	เลขยอมรับ c	AQL, %	LQL,%
1 - 3	all	0	.....	.....
4 - 500	3	0	1.69	53.5
501 - 1200	5	0	1.00	36.9
1201 - 3200	8	0	0.63	25
3201 - 10000	13	0	0.39	16.2
10000 ขึ้นไป	20	0	0.24	10.9

หมายเหตุ : 1. ตารางที่ 5.3 อ้างอิงตาม American Society for Testing and Material. Standrad specification for zinc(Hot-dip galvanized) coating on iron and steel products(ASTM A123). America, 1989

2. ความน่าจะเป็นในการยอมรับ AQL,% เท่ากับ 0.95 และความน่าจะเป็นในการยอมรับ LQL,% เท่ากับ 0.10

3. ตารางที่ 5.3 ใช้สำหรับการตรวจสอบตามเกณฑ์ข้อ 5.1.2

5.1.4 วิธีการจัดเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว

การจัดเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้วนี้ครอบคลุมตั้งแต่การหีบห่อ การจัดเก็บ และสถานที่จัดเก็บ โดยมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของผิวเคลือบจนเป็นเหตุให้ผลิตภัณฑ์ที่ชุบเสร็จแล้วไม่สอดคล้องต่อข้อกำหนดของการบริการ รายละเอียดของการจัดเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้วมีดังต่อไปนี้

ก) การหีบห่อและจัดเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้ว

- การหีบห่อรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้วนั้นไม่ควรใช้สายรัดที่ทำด้วยเหล็ก ควรใช้สายรัดที่ทำจากวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น สายรัดพลาสติก เป็นต้น ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้สายรัดที่ทำด้วยเหล็กต้องไม่ให้สายรัดเหล็กสัมผัสโดยตรงกับผิวเคลือบสังกะสี ซึ่งทำได้โดยการนำวัสดุที่เป็นฉนวนมากันไว้ เช่น การรองด้วยแผ่นยาง เป็นต้น

- การวางรายสายไฟฟ้าซ้อนกันก่อนการรัดสายรัด ควรมีวัสดุที่เป็นฉนวน เช่น แผ่นยาง ไม้ เป็นต้น มากั้นระหว่างรางสายไฟฟ้าที่อยู่ติดกันด้วยเพื่อป้องกันการเกิดสนิมขาว ซึ่งเกิดจากฟิล์มน้ำ หรือหยดน้ำ ที่ขังอยู่ระหว่างผิวของรางสายไฟฟ้าที่ติดกัน

- ก่อนการหีบห่อรางสายไฟฟ้าต้องแน่ใจว่าผิวเคลือบสังกะสีแห้งปราศจากคราบน้ำ หรือหยดย้ำ ซึ่งบางครั้งอาจต้องใช้เครื่องอบแห้งช่วยเพื่อป้องกันการเกิดสนิมขาวขึ้น

- ในระหว่างการจัดเก็บต้องไม่ให้ผิวเคลือบสังกะสีสัมผัสโดยตรงกับเหล็กที่เกิดการสึกกร่อน ผงตะไบเหล็ก หรือ โลหะที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเคมีสูงกว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเคมีของสังกะสี เป็นต้น

- ควรเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้วในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่อับชื้น โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงร้อยละ 45 ถึง 55

- ไม่ควรเก็บรางสายไฟฟ้าที่ชุบเสร็จแล้วในที่ที่สามารถเปียกน้ำได้ง่าย เช่น น้ำฝน น้ำค้าง เป็นต้น

- ห้ามมิให้ผิวเคลือบสังกะสีสัมผัสโดยตรงกับสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น สารละลายกรด สารละลายด่าง ไอกรด ไอด่าง ไอทะเล ฟลักซ์ ปูนซีเมนต์ อิฐแดง มูลนก เป็นต้น

ตารางที่ 5.4 แสดงแรงเคลื่อนไฟฟ้าเคมีมาตรฐานของธาตุบางชนิดเทียบกับอิเลคโทรดไฮโดรเจนที่ 25 องศาเซลเซียส

ธาตุ	Volts	ธาตุ	Volts
$Au = Au^{3+} + 3e$	+1.498	$Sn = Sn^{2+} + 2e$	-0.136
$O_2 + 4H^{+} + 4e = 2H_2O$	+1.229	$Ni = Ni^{2+} + 2e$	-0.250
$Pt = Pt^{2+} + 2e$	+1.2	$Co = Co^{2+} + 2e$	-0.277
$Pd = Pd^{2+} + 2e$	+0.987	$Cd = Cd^{2+} + 2e$	-0.403
$Ag = Ag^{+} + e$	+0.799	$Fe = Fe^{2+} + 2e$	-0.440
$2Hg = Hg_2^{2+} + 2e$	+0.788	$Cr = Cr^{3+} + 3e$	-0.744
$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	+0.771	$Zn = Zn^{2+} + 2e$	-0.763
$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH$	+0.401	$Al = Al^{3+} + 3e$	-1.662
$Cu = Cu^{2+} + 2e$	+0.337	$Mg = Mg^{2+} + 2e$	-2.363
$Sn^{4+} + 2e = Sn^{2+}$	+0.15	$Na = Na^{+} + e$	-2.714
$2H^{+} + 2e = H_2$	0.000	$K = K^{+} + e$	-2.925
$Pb = Pb_{2+} + 2e$	-0.126		

ที่มา : A. J. de Bethune and N. A. S. Loud,Standard Aqueous Electrode Potentials and Temperature Co-efficients at 25 °C , Clifford A. Hampel, Skokie, I11., 1964

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ระบบควบคุมคุณภาพของรางสายไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างกระบวนการชุบ

ระบบควบคุมคุณภาพของรางสายไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างกระบวนการชุบมีเนื้อหาทั้งหมด 2 ส่วน ได้แก่ การตรวจสอบระหว่างการชุบ และ การปฏิบัติงานในกระบวนการชุบ ในส่วนของการตรวจสอบระหว่างการชุบจะครอบคลุมตั้งแต่การตรวจสอบน้ำยาเคมีและสังกะสีหลอมเหลว และการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างการชุบ สำหรับวิธีการปฏิบัติงานในกระบวนการชุบจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติงานที่เหมาะสมเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตามที่ต้องการ

5.2.1 การตรวจสอบระหว่างกระบวนการชุบ

การตรวจสอบระหว่างกระบวนการชุบมีจุดประสงค์เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ระหว่างการชุบและวัสดุเพื่อการผลิตต่างๆ ที่ไม่เหมาะสมอยู่ในกระบวนการชุบ นอกจากนี้ยังเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลคุณภาพต่างๆ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขและป้องกันปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น

5.2.1.1 การตรวจสอบน้ำยาเคมีและสังกะสีหลอมเหลว

น้ำยาเคมีที่ใช้ในกระบวนการชุบของโรงงานตัวอย่างมีทั้งหมด 4 ชนิด ดังนี้ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายซิงก์แอมโนเนียคลอไรด์ สารละลายโซเดียมไดโครเมต นอกจากนี้ยังรวมถึงน้ำที่ใช้ในการลดอุณหภูมิของชิ้นงานและสังกะสีหลอมเหลวอีกด้วย

ก) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์คือสารละลายที่ใช้เพื่อกำจัดสสารที่เป็นสิ่งปนเปื้อนอยู่ที่บนผิวของผลิตภัณฑ์ โดยสิ่งปนเปื้อนนี้ต้องมีคุณสมบัติที่สามารถละลายน้ำได้หรือไม่ยึดติดแน่นอยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำมัน จาระบี ขี้ผึ้ง เศษดิน ฝุ่น เหงื่อ เป็นต้น คุณสมบัติของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 คุณสมบัติของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่เหมาะสมต่อการล้าง

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. ความเข้มข้น	9 - 13	ร้อยละโดยน้ำหนัก*	วันละครั้ง
2. อุณหภูมิ	ไม่ต่ำกว่า 60	องศาเซลเซียส	ทุกรุ่น(จิ๊ก)

หมายเหตุ : * ร้อยละโดยน้ำหนัก คือ ค่าน้ำหนักของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่อค่าน้ำหนักของสารละลาย

ข) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก

สารละลายกรดไฮโดรคลอริกคือสารละลายที่ใช้เพื่อกำจัดคราบสนิมและสะเก็ดที่เกิดจากการรีดร้อนโดยที่คุณสมบัติของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสมได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 คุณสมบัติของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่เหมาะสมต่อการล้าง

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. อุณหภูมิ	ไม่ต่ำกว่า 15	องศาเซลเซียส	ทุกรุ่น(จิ๊ก)
2. ปริมาณเหล็ก	น้อยกว่า 120	กรัมต่อลิตร*	วันละครั้ง

หมายเหตุ : * หน่วยกรัมต่อลิตรคำนวณจากน้ำหนักของกรดไฮโดรคลอริกหน่วยเป็นกรัมหารด้วยปริมาตรของสารละลายหน่วยเป็นลิตร

- ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกควรอยู่ในช่วงร้อยละ 10 - 15 โดยน้ำหนัก(น้ำหนักของกรดไฮโดรคลอริกต่อน้ำหนักของสารละลาย

ค) สารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์ ($ZnCl_2 \cdot 3NH_4Cl$)

สารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์คือสารละลายที่ใช้เพื่อล้างคราบสนิมที่อาจเกิดขึ้นบนผิวของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่สารละลายกรดไฮโดรคลอริกและยังป้องกันไม่ให้เกิดการออกซิเดชั่นใหม่ของผลิตภัณฑ์ด้วย

ตารางที่ 5.7 คุณสมบัติของสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์ที่เหมาะสมต่อการเคลือบ

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. อัตราส่วน $ZnCl_2 : NH_4Cl$	1 : 3	ส่วน*	วันละครั้ง
2. ความหนาแน่น	19 - 20	องศาโบเม	วันละครั้ง
3. อุณหภูมิ	ไม่เกิน 80	องศาเซลเซียส	ทุกรุ่น(จิ๊ก)
4. ปริมาณกรดไฮโดรคลอริก	ไม่เกิน 2	กรัมต่อลิตร	วันละครั้ง

หมายเหตุ : * ส่วน = จำนวนโมเลกุลของสารประกอบ

อุณหภูมิของสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์ไม่ควรต่ำกว่า 54 องศาเซลเซียส

ง) สังกะสีหลอมเหลว

คุณสมบัติของสังกะสีหลอมเหลวมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณสมบัติของผิวเคลือบ ทั้งนี้ คุณสมบัติที่เหมาะสมของสังกะสีหลอมเหลวเป็นไปตามตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 คุณสมบัติที่เหมาะสมของสังกะสีหลอมเหลวในการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. สังกะสี	ไม่น้อยกว่า 98.0	ร้อยละโดยน้ำหนัก	เดือนละครั้ง
2. อะลูมิเนียม	ไม่เกิน 0.007	ร้อยละโดยน้ำหนัก	เดือนละครั้ง
3. เหล็ก	ไม่เกิน 0.05	ร้อยละโดยน้ำหนัก	เดือนละครั้ง
4. อุณหภูมิ	430 - 480	องศาเซลเซียส	ทุกรุ่น(จิ๊ก)

หมายเหตุ : - ควรมีปริมาณธาตุตะกั่วอย่างน้อยร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนัก
- จุดหลอมเหลวของสังกะสีเท่ากับ 419.5 องศาเซลเซียส
- ช่วงอุณหภูมิชุบที่เหมาะสมคือ 440 - 460 องศาเซลเซียส
- ร้อยละโดยน้ำหนัก คือ ค่าน้ำหนักของธาตุต่อค่าน้ำหนักโลหะผสม

จ) น้ำลดอุณหภูมิ

น้ำลดอุณหภูมิถูกใช้เพื่อลดอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบสังกะสีให้มีอุณหภูมิลดลงจนสามารถนำไปตกแต่งได้ คุณสมบัติของน้ำลดอุณหภูมิที่เหมาะสมเป็นไปดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.9 คุณสมบัติของน้ำลดอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการลดอุณหภูมิ

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. ค่า pH	5.0 - 7.5	-	ทุก 2 ชั่วโมง
2. อุณหภูมิ	ต่ำกว่า 60	องศาเซลเซียส	ทุกรุ่น(จิ๊ก)

ฉ) สารละลายโซเดียมไดโครเมต

สารละลายโซเดียมไดโครเมตคือสารละลายที่ใช้เพื่อป้องกันการเกิดสนิมขาวที่อาจเกิดขึ้นบนผิวเคลือบสังกะสีของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบสังกะสี โดยที่คุณสมบัติของสารละลายโซเดียมไดโครเมตที่เหมาะสมได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 คุณสมบัติของสารละลายโซเดียมไดโครเมตที่เหมาะสมต่อการเคลือบผิว

รายการ	ข้อกำหนด	หน่วย	การตรวจสอบ
1. ความเข้มข้น	1.5 - 3.0	กรัมต่อลิตร*	วันละครั้ง

หมายเหตุ : * หน่วยกรัมต่อลิตรคำนวณจากน้ำหนักของโซเดียมไดโครเมต
หน่วยเป็นกรัมหารด้วยปริมาตรของสารละลายหน่วยเป็นลิตร

5.2.1.2 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างการชุบ

การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ระหว่างการชุบนี้ ผู้วิจัยได้เสนอจุดตรวจสอบ และคุณลักษณะที่ต้องตรวจสอบไว้ทั้งหมด 5 จุดตรวจสอบ สำหรับจุดตรวจสอบตั้งแต่ข้อ ก) - ง) พนักงานในส่วนผลิตเป็นผู้ตรวจสอบโดยที่พนักงานในแผนกถัดไปจะทำการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ของแผนกก่อนหน้าตามเกณฑ์ตรวจสอบที่กำหนด เมื่อพบสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดพนักงานจะปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติเมื่อพบสิ่งบกพร่อง ข้อ 5.2.2 ข้อ ช)

ก) การตรวจสอบหลังการเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมผลิตภัณฑ์จะคลอบคลุมกิจกรรมงานดังต่อไปนี้ การผูกผลิตภัณฑ์ขึ้นกับจิ๊กแขวนชิ้นงานและการกำจัดสิ่งปนเปื้อนประเภทสีที่ไม่ละลายในน้ำ แซล็ค สตั๊กเกอร์ หรือ สิ่งปนเปื้อนที่กรรมวิธีการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หรือสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ไม่สามารถกำจัดได้ โดยปกติแล้วกรรมวิธีการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จะสามารถกำจัดน้ำมัน ไขมัน จาระบี น้ำมันหล่อลื่น ขี้ผึ้ง เหงื่อ เศษดิน ฝุ่น สำหรับกรรมวิธีการล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจะสามารถกำจัดคราบสนิมและสะเก็ดที่เกิดจากการรีดร้อนได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อขั้นตอนต่อๆไป เกณฑ์การตรวจสอบผลิตภัณฑ์หลังการเตรียมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องไม่ปรากฏสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยการล้างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เช่น สีที่ไม่ละลายในน้ำ สติ๊กเกอร์ กาวยาง แซล็ค เป็นต้น
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องไม่ปรากฏขี้เชื่อม (Weld slags)
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องมีทางไหลของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสังกะสีหลอมเหลว
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องมีรูระบายหรือทางออกของอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถกักขังอากาศไว้ได้จะทำให้ชุบไม่ติดได้หรืออาจเป็นอันตรายได้ ทั้งนี้ขนาดของรูระบายหรือทางออกของอากาศเป็นไปตามข้อ 5.3.2.3, 5.3.2.6 และ 5.3.2.7
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการเตรียมผลิตภัณฑ์ต้องไม่บิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงเดิม

ข) การตรวจสอบหลังการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และน้ำหลังแช่ด่าง

การล้างผลิตภัณฑ์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีจุดประสงค์เพื่อกำจัดน้ำมัน ไขมัน จาระบี น้ำมันหล่อลื่น ขี้ผึ้ง เหงื่อ เศษดิน ฝุ่น หรือ สิ่งปนเปื้อนที่มีลักษณะเดียวกัน ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการแช่ล้างในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์แล้วจะถูกนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และน้ำหลังแช่ด่างต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อขั้นตอนต่อๆไป เกณฑ์การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่ด่างมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่ด่างต้องไม่ปรากฏสิ่งปนเปื้อนจำพวกน้ำมัน ไขมัน จาระบี น้ำมันหล่อลื่น ขี้ผึ้ง เหงื่อ เศษดิน ฝุ่น

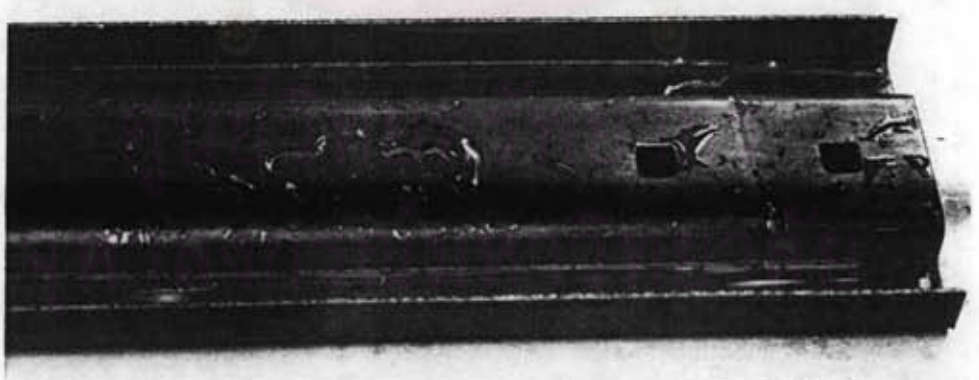
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่ด่างต้องไม่ปรากฏสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยการล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก อันได้แก่ แชล็ก สีที่ไม่ละลายน้ำ สติ๊กเกอร์ กาวยาง ขี้เชื่อม (Weld slags)

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่ด่างต้องมีทางไหลของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสังกะสีหลอมเหลว

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่ด่างต้องมีรูระบายหรือทางออกของอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถกักขังอากาศไว้ได้จะทำให้ชุบไม่ติดได้หรืออาจเป็นอันตรายได้ ทั้งนี้ขนาดของรูระบายหรือทางออกของอากาศเป็นไปตามข้อ 5.3.2.3, 5.3.2.6 และ 5.3.2.7

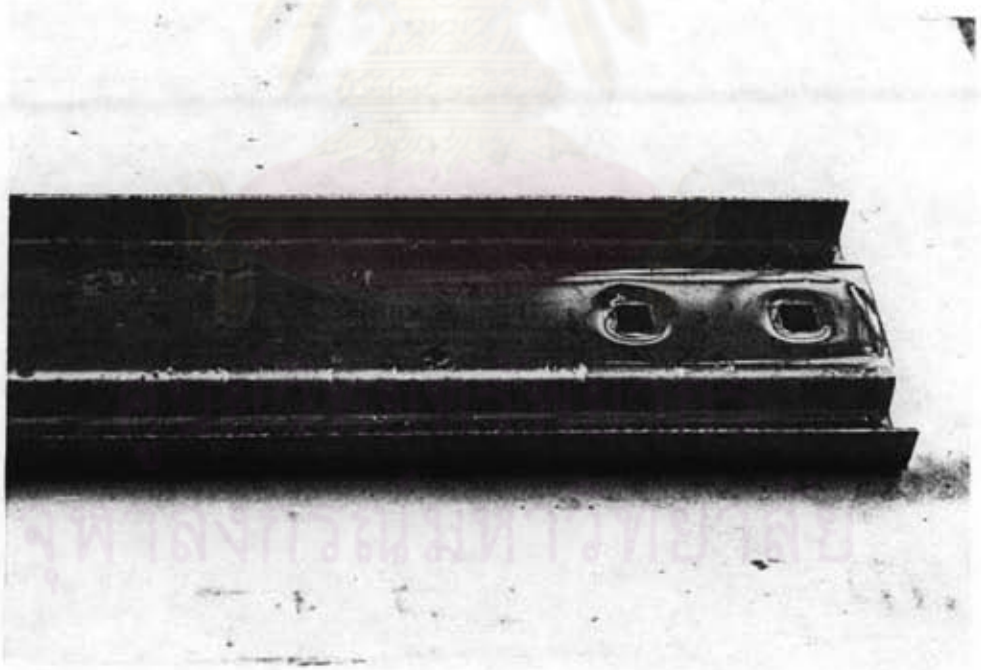
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่ด่างต้องไม่บิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงเดิม

- คราบน้ำบนผลิตภัณฑ์ต้องมีค่า pH ไม่เกิน 8.0



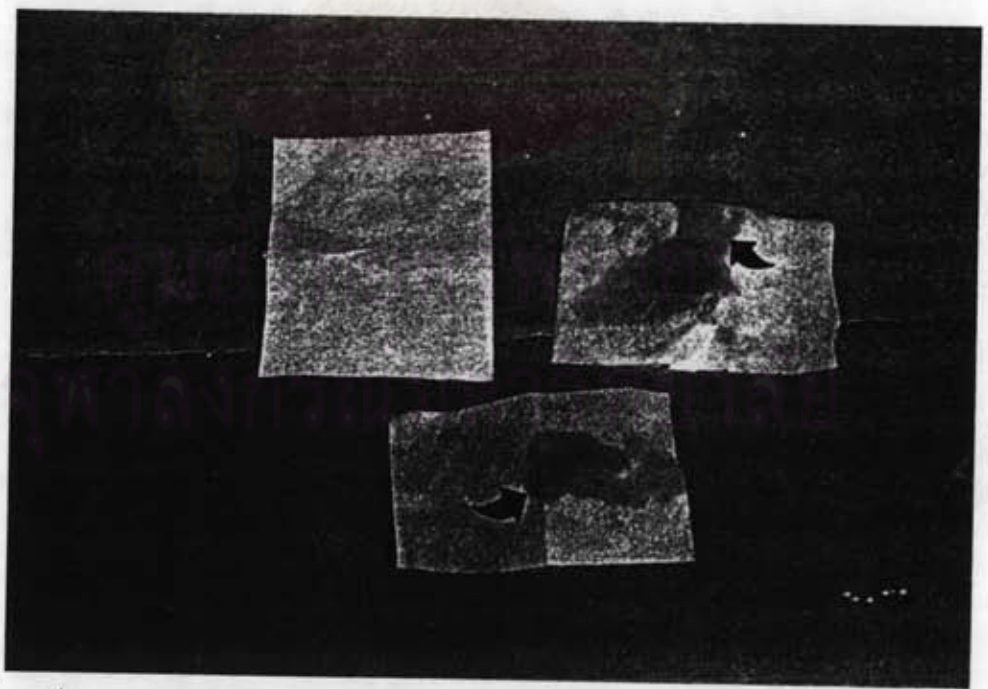
รูปที่ 5.17 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่ด่างและยังมีความมันบนผิว

จากรูปที่ 5.17 แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่ด่างและยังคงเหลือความมันบนผิว ซึ่งจะเห็นได้ว่าคราบน้ำที่อยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเกาะกันเป็นหยดและกระจายอยู่ทั่วไปบนผิว รูปที่ 5.18 แสดงให้เห็นถึงการอยู่ของคราบน้ำบนผิวของผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะไม่เหลือความมันบนผิวแล้ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าคราบที่อยู่บนผลิตภัณฑ์แผ่กระจายตัวออกไป ในกรณีเช่นนี้ให้ผู้ตรวจสอบทำการตรวจสอบวัดค่า pH ของน้ำ จากนั้นทำการเช็ดคราบน้ำออกด้วยผ้าสะอาดแล้วนำกระดาษซับมันมาเช็ดลงบนผิวดังรูปที่ 5.19 ผลการตรวจสอบขึ้นอยู่กับกระดาษซับมันที่ได้เช็ดลงบนผิว รูปที่ 5.20 แสดงให้เห็นถึงกระดาษซับมันที่ได้ผ่านการเช็ดบนผิวของผลิตภัณฑ์แล้ว โดยที่กระดาษซับมันที่อยู่ทางมุมซ้ายบนเป็นกระดาษซับมันที่ผ่านการเช็ดลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เหลือความมันบนผิว ส่วนกระดาษที่อยู่ทางมุมบนขวาและด้านล่างแสดงให้ทราบว่ายังคงเหลือความมันบนผิวของผลิตภัณฑ์



รูปที่ 5.18 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่ด่างและคาดว่าจะไม่เหลือความมันบนผิว

รูปที่ 5.19 ตัวอย่างการเช็ดผิวของผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบความมัน

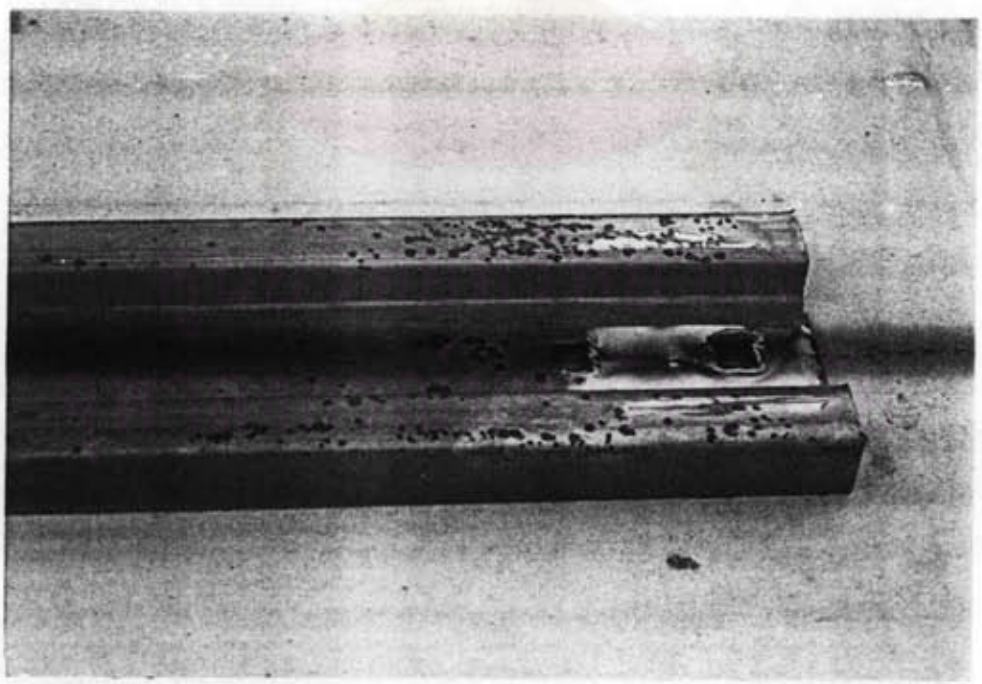


รูปที่ 5.20 แสดงตัวอย่างของกระดาษซับมันที่ได้ผ่านการเช็ดบนผิวของผลิตภัณฑ์

ค) การตรวจสอบหลังการล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและน้ำหลังแช่กรด

การล้างผลิตภัณฑ์ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกมีจุดประสงค์เพื่อกำจัดคราบสนิมและสะเก็ดที่เกิดจากการรีดร้อน ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการแช่ล้างในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกแล้วจะถูกนำไปล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง เกณฑ์การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่กรดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่กรดต้องไม่ปรากฏสิ่งปนเปื้อนต่างๆ อันได้แก่ น้ำมัน ไขมัน คราบสนิม แชล็ค สี สติ๊กเกอร์ กาวยาง ขี้เชื่อม(Weld slags)
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่กรดต้องมีทางไหลของสังกะสีหลอมเหลว
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่กรดต้องมีรูระบายหรือทางออกของอากาศ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถกักขังอากาศไว้ได้จะทำให้ชุบไม่ติดได้หรืออาจเป็นอันตรายได้ ทั้งนี้ขนาดของรูระบายหรือทางออกของอากาศเป็นไปตามข้อ 5.3.2.3, 5.3.2.6 และ 5.3.2.7
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่กรดต้องไม่บิดเบี้ยวหรือเสียรูปทรงเดิม
- คราบน้ำบนผลิตภัณฑ์ต้องมีค่า pH ไม่ต่ำกว่า 6.5



รูปที่ 5.21 แสดงตัวอย่างของผลิตภัณฑ์หลังล้างน้ำหลังแช่กรดที่ยังมีสิ่งปนเปื้อน

ง) การตรวจสอบหลังการจุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์

การจุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์มีจุดประสงค์เพื่อล้างคราบสนิมบางๆที่อาจเกิดขึ้นหลังจากผลิตภัณฑ์ได้ผ่านขั้นตอนการล้างน้ำหลังแช่กรด นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันการเกิดออกซิเดชั่นของผลิตภัณฑ์ซ้ำอีกครั้ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการจุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์ต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อขั้นตอนต่อๆไป เกณฑ์การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการล้างน้ำหลังแช่กรดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการจุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์ต้องมีสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์เคลือบทั่วบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์

จ) การตรวจสอบหลังการชุบสังกะสี

การตรวจสอบหลังการชุบสังกะสีมีจุดประสงค์เพื่อคัดแยกของเสียออกจากของดี ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อขั้นตอนการตกแต่งและยังต้องสอดคล้องต่อข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์(ข้อ 5.1.1) และการชักตัวอย่างให้เป็นไปตามตารางที่ 5.3 เกณฑ์การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบสังกะสีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องมีความเรียบและความต่อเนื่องตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.1.2.1 ข้อ ก)

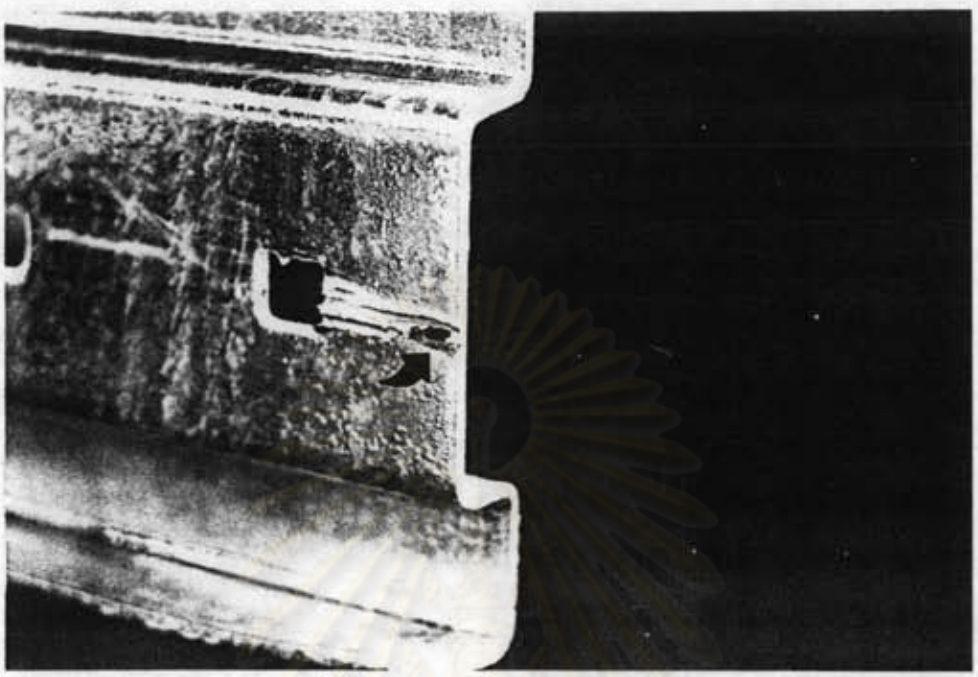
- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องไม่ปรากฏการขังของเนื้อสังกะสีส่วนเกินตามมุมอับของผลิตภัณฑ์

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องมีส่วนที่ชุบไม่ติดที่ยาวไม่เกิน 1 นิ้วหรือยาวน้อยกว่าส่วนที่แคบที่สุดของชิ้นงานและจำนวนแห่งที่ชุบไม่ติดต้องไม่เกินที่ระบุไว้ในภาคผนวก ข

- ผิวบริเวณผูกลวดของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีอาจมีรอยตำหนิได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่เห็นเนื้อเหล็กเดิม

รูปที่ 5.22 ตัวอย่างบริเวณที่ผูกลวดของผลิตภัณฑ์ก่อนการกำจัดเศษลวดผูกชิ้นงาน

บริเวณที่ผูกลวดของผลิตภัณฑ์อาจจะเกิดรอยตำหนิบนผิวของผลิตภัณฑ์ได้ ทั้งนี้เมื่อได้ทำการกำจัดเศษลวดผูกชิ้นงานแล้ว ถ้าพบว่าสามารถเห็นเนื้อเหล็กของผลิตภัณฑ์เดิมก็พิจารณาให้ผลิตภัณฑ์นั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ รูปที่ 5.23 แสดงให้เห็นตัวอย่างของการเห็นเนื้อเหล็กเดิมของผลิตภัณฑ์ตรงบริเวณที่ผูกชิ้นงาน



รูปที่ 5.23 แสดงตัวอย่างการเห็นเนื้อเหล็กเดิมตรงบริเวณผูกลวดแขวนชิ้นงาน

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องไม่ปรากฏก้อนมูล(Dross)แบบก้อน และสำหรับก้อนมูล(Dross)แบบทรายต้องมีไม่เกิน 20 เม็ดต่อพื้นที่จัตุรัส 25 ตารางนิ้ว

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องมีการยึดติดแน่นตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.1.2.1 ข้อ ฉ)

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องไม่บิดเบี้ยวตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.1.2.1 ข้อ ช)

- ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขั้นตอนการชุบสังกะสีต้องมีความหนาเป็นไปตามที่กำหนด โดยที่ขั้นตอนการเปรียบเทียบค่าความหนาของผลิตภัณฑ์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ทำการสุ่มชักผลิตภัณฑ์จากรุ่นที่จะทำการตรวจสอบตามตารางที่ 5.3

2. สำหรับผลิตภัณฑ์ตัวอย่างแต่ละชิ้นให้ทำการวัดความหนา 3 ตำแหน่ง โดยที่แต่ละตำแหน่งให้สุ่มวัดทั้งหมด 5 จุด เพราะฉะนั้นชิ้นงาน 1 ชิ้นจะวัดความหนาทั้งหมด 15 จุด

และให้กำหนดตำแหน่งวัดดังนี้ ตำแหน่งที่ 1 คือ บริเวณที่ใกล้บริเวณปลายของผลิตภัณฑ์โดยห่างจากขอบประมาณ 100 มิลลิเมตร ตำแหน่งที่ 2 คือ บริเวณที่ใกล้ปลายอีกข้างหนึ่งของผลิตภัณฑ์ และตำแหน่งที่ 3 คือ บริเวณตรงกลางของผลิตภัณฑ์

3. หลังจากวัดที่จุดต่างๆแล้ว ให้คำนวณหาค่าเฉลี่ยความหนาของผลิตภัณฑ์ตัวอย่างแต่ละชิ้น โดยที่ค่าเฉลี่ยความหนาของผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นเท่ากับค่าเฉลี่ยของทั้ง 15 จุด แล้วนำไปเปรียบเทียบตามเกณฑ์ความหนา ข้อ 5.1.1 ข้อ ก)

4. จากนั้นให้นำค่าเฉลี่ยความหนาของแต่ละตำแหน่งไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ข้อกำหนดความหนา ข้อ 5.1.1 ข้อ ก) ด้วย โดยการเปรียบเทียบครั้งนี้ให้ทำการลดเกรดความหนาในตารางที่ 5.2 ลง 1 เกรด ดังนั้นค่าเฉลี่ยความหนาของแต่ละตำแหน่งทั้ง 3 ค่าต้องไม่น้อยกว่าค่าในตารางที่ 5.2 ที่ลดเกรดลง 1 เกรด จึงสามารถยอมรับได้

5. จะสามารถยอมรับความหนาของรุ่นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างภายใต้ข้อกำหนดความหนาก็ต่อเมื่อการเปรียบเทียบทั้งในข้อ 3 และ ข้อ 4 ผ่าน

5.2.2 วิธีปฏิบัติงานในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อน

วิธีปฏิบัติงานในกระบวนการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนเป็นส่วนหนึ่งของระบบคุณภาพซึ่งจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติงานที่เหมาะสมของพนักงานเพื่อให้รักษาไว้ซึ่งคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทุกขั้นตอนการผลิต

ก) วิธีการเตรียมผลิตภัณฑ์

- ตรวจสภาพผิวโดยทั่วๆไปของผลิตภัณฑ์พร้อมทั้งจดบันทึกไว้
- ถ้าพบสิ่งปนเปื้อนที่ไม่สามารถถูกกำจัดได้ด้วยการล้างด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกหรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ อันได้แก่ แซล็ค สีที่ไม่ละลายน้ำ สติ๊กเกอร์ กาว ยาง ขี้เชื่อม (Weld slags) ให้ทำการกำจัดออก
- นำผลิตภัณฑ์ขึ้นแขวนกับจิ๊กโดยผูกลวดแขวนในตำแหน่งที่เตรียมไว้เท่านั้น
- ในการแขวนผลิตภัณฑ์นั้นต้องไม่ให้มีขอบของผลิตภัณฑ์ด้านใดขนานกับแนวระนาบกล่าวคือต้องแขวนให้มีมุมเอียงอย่างน้อย 7 องศาวัดจากแนวระนาบกับขอบของผลิตภัณฑ์
- ในการแขวนผลิตภัณฑ์ต้องระวังไม่ให้เกิดมุมอับที่สามารถกักขังสารละลายต่างๆหรืออากาศได้
- ในการแขวนชิ้นงานหลายชิ้นนั้นให้แขวนชิ้นงานที่มีความปนเปื้อนมากไว้ด้านนอก
- ส่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.2.1.2 ข้อ ก)

ข) วิธีการแช่ล้างในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และล้างน้ำหลังแช่ด่าง

- ตรวจสอบสถานะของบ่อสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์จากป้ายแสดงสถานะ
- จุ่มผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อย่างช้าๆและทำการจดค่าอุณหภูมิของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์หลังจากจุ่มผลิตภัณฑ์แล้วทันที
- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ระหว่างที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อช่วยในการกำจัดสิ่งปนเปื้อน
- แช่ทิ้งไว้จนคาดว่าผิวของผลิตภัณฑ์จะสะอาดแล้ว (ประมาณ 5 - 60 นาที)
- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆ
- ถ้าผิวของผลิตภัณฑ์ยังไม่สะอาดให้จุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ใหม่
- นำผลิตภัณฑ์ไปจุ่มลงในถังน้ำสะอาดทันที
- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ในระหว่างที่จุ่มลงในถังน้ำ
- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆแล้วนำไปฉีดล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง
- ส่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.2.1.2 ข้อ ข)

ค) วิธีการแช่ล้างในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและล้างน้ำหลังแช่กรด

- ตรวจสอบสถานะของบ่อสารละลายกรดไฮโดรคลอริกจากป้ายแสดงสถานะ
- จุ่มผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกอย่างช้าๆ
- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ระหว่างที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อช่วยในการกำจัดสิ่งปนเปื้อน
- แช่ทิ้งไว้จนคาดว่าผิวของผลิตภัณฑ์จะสะอาดแล้ว(ประมาณ 10 - 20 นาที)
- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆ
- ถ้าผิวของผลิตภัณฑ์ยังไม่สะอาดให้จุ่มลงในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ใหม่
- นำผลิตภัณฑ์ไปจุ่มลงในถังน้ำสะอาดทันที
- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ในระหว่างที่จุ่มลงในถังน้ำ
- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆแล้วนำไปฉีดล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง
- ส่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.2.1.2 ข้อ ค))

ง) วิธีการจุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์

- ตรวจสอบสถานะของบ่อสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์จากป้ายแสดงสถานะ
- จุ่มผลิตภัณฑ์ลงในสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์อย่างช้าๆและทำการจดค่าอุณหภูมิของสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์หลังจากจุ่มผลิตภัณฑ์แล้วทันที
- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ระหว่างที่จุ่มสารละลายซิงก์แอมโมเนียคลอไรด์
- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆ
- ส่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.2.1.2 ข้อ ง)

จ) วิธีการชุบลงในบ่อสังกะสี

- ตรวจสอบสถานะของบ่อสังกะสีหลอมเหลวจากป้ายแสดงสถานะ
- ตรวจสอบสถานะของบ่อน้ำลดอุณหภูมิจากป้ายแสดงสถานะ

- ตรวจพินิจผลิตภัณฑ์ก่อนชุบลงบ่อสังกะสี โดยที่ผลิตภัณฑ์จะต้องไม่ปรากฏคราบน้ำหรือหยดน้ำบนผิว

- จุ่มผลิตภัณฑ์ลงในบ่อสังกะสีอย่างรวดเร็วและทำการจดบันทึกอุณหภูมิของสังกะสีหลอมเหลวทันที

- ชุบผลิตภัณฑ์ตามระยะเวลาที่กำหนดและทำการขยับผลิตภัณฑ์ไปมาอย่างช้าๆ ระหว่างเวลาที่ใช้ชุบ พร้อมทั้งบันทึกระยะเวลาที่ใช้ชุบไว้

- ทำการกวาดเศษสิ่งสกปรกบนผิวของสังกะสีหลอมเหลวออกให้หมด

- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นด้วยอัตราเร็วที่กำหนดพร้อมทั้งบันทึกค่าอัตราเร็วในการยกไว้

- นำผลิตภัณฑ์ไปจุ่มลงในบ่อน้ำลดอุณหภูมิทิ้งไว้จนกว่าระดับอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ลดลงแล้วจึงยกผลิตภัณฑ์ขึ้นจากบ่อน้ำลดอุณหภูมิ

ฉ) วิธีการจุ่มสารละลายโซเดียมไดโครเมต

- ตรวจสอบสถานะของบ่อสารละลายโซเดียมไดโครเมตจากป้ายแสดงสถานะ

- นำผลิตภัณฑ์จุ่มลงในสารละลายโซเดียมไดโครเมตอย่างช้าๆ

- ขยับหรือเขย่าผลิตภัณฑ์ระหว่างที่จุ่มสารละลายโซเดียมไดโครเมต

- ยกผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างช้าๆ

- รอให้สารละลายโซเดียมไดโครเมตไหลกลับบ่อจนหมด

- ส่งผลิตภัณฑ์ไปตรวจสอบตามเกณฑ์ตรวจสอบข้อ 5.2.1.2 ข้อ จ)

ช) วิธีการตกแต่งผลิตภัณฑ์

- ทำการกำจัดเศษลวดผูกชิ้นงานออกให้หมด

- ทำการกำจัดสิ่งบกพร่องที่ได้เกิดบนผิวของผลิตภัณฑ์โดยระวังไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผิวเคลือบสังกะสี

- ในการแต้มสีต้องไม่ลากแปรงจนทำให้รอยสีมีความยาวเกิน 4 นิ้ว

- บริเวณที่สามารถมองเห็นเนื้อเหล็กให้แต้มด้วยสีที่เตรียมไว้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช) การปฏิบัติเมื่อพบสิ่งบกพร่อง

- ในกรณีที่พบสิ่งบกพร่องระหว่างกระบวนการชุบสังกะสีในแต่ละขั้นตอนให้ทำการจดบันทึกพร้อมทั้งแจ้งให้ผู้บังคับบัญชาทราบ

5.3 ระบบควบคุมคุณภาพของวัสดุเพื่อการชุบและชิ้นงานที่จะนำเข้าชุบ

ระบบควบคุมคุณภาพของวัสดุเพื่อการชุบและชิ้นงานที่จะนำเข้าชุบมีจุดประสงค์เพื่อควบคุมวัสดุเพื่อการชุบและชิ้นงานที่จะนำเข้าชุบให้มีคุณสมบัติตามข้อกำหนดที่ต้องการ โดยจะมีเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบต่างๆ และสิ่งที่ต้องทำการตรวจสอบ แผนการสุ่มตัวอย่าง และเกณฑ์การตัดสิน

5.3.1 การตรวจสอบวัสดุเพื่อการชุบ

วัสดุเพื่อการชุบจะประกอบไปด้วย แท่งสังกะสี กรดไฮโดรคลอริก ซิงก์คลอไรด์ โซเดียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนียคลอไรด์และโซเดียมไดโครเมต

5.3.1.1 แท่งสังกะสี

ข้อกำหนดของแท่งสังกะสีได้อ้างอิงตามข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับสังกะสี ASTM B 6 - 95 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ส่วนผสมทางเคมี

ตารางที่ 5.11 ส่วนผสมทางเคมีของแท่งสังกะสี

เกรด	ส่วนผสม %							
	ตะกั่ว	เหล็ก (ม)	แคดเมียม (ม)	อลูมินั่ม (ม)	ทองแดง (ม)	ดีบุก (ม)	อื่นๆ (ม)	สังกะสี (น)
Z13001	0.003(ม)	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.010	99.990
Z15001	0.03(ม)	0.02	0.02	0.01	.....	.....	0.10	99.90
Z19001	0.5-1.4	0.05	0.20	0.01	0.20	.....	2.0	98.0

หมายเหตุ (ม) หมายถึง มีธาตุดังกล่าวได้ไม่เกิน

(น) หมายถึง มีธาตุดังกล่าวไม่น้อยกว่า

อื่นๆ หมายถึง ธาตุอื่นๆรวมกันทั้งหมดที่มิได้ระบุอยู่ในตาราง

- แผนการชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

รุ่น ในที่นี้หมายถึง แท่งสังกะสีที่ได้ส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ขนาดตัวอย่าง หมายถึง จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในตัวอย่างที่ชักออกมาจากรุ่นของผลิตภัณฑ์

หากมิได้มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่นการชักตัวอย่างจากแต่ละรุ่นให้ทำแบบสุ่มโดยจำนวนตัวอย่างให้เป็นไปตามตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 แสดงแผนการชักตัวอย่างแท่งสังกะสี

ขนาดรุ่น (กิโลกรัม)	จำนวนตัวอย่าง (ชิ้น)	เกณฑ์ตัดสิน
น้อยกว่า 27300	5	ทดสอบสมมติฐาน
มากกว่าหรือเท่ากับ 27300	1 ชิ้นต่อน้ำหนัก 4530 กิโลกรัม	สถิติ t α=0.05

- วิธีการทดสอบ

สำหรับวิธีการทดสอบส่วนผสมทางเคมีของแท่งสังกะสีทำได้โดยการส่งแท่งสังกะสีตัวอย่างไปให้ทางหน่วยงานภายนอกทดสอบ หรือพิจารณาตามรายงานผลการทดสอบจากใบรับรองผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิต

5.3.1.2 กรดไฮโดรคลอริก (HCl)

ข้อกำหนดของกรดไฮโดรคลอริกได้อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรดไฮโดรคลอริก(กรดเกลือ)สำหรับใช้ในทางอุตสาหกรรม มอก. ๒๑๗-๒๕๓๖ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะที่ต้องการ

ลักษณะทั่วไปของกรดไฮโดรคลอริกคือเป็นของเหลวใส ไม่มีสี หรือมีสีเหลืองอ่อน สำหรับคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 5.13

- การบรรจุ

ต้องบรรจุกรดไฮโดรคลอริกในภาชนะที่ทำด้วยวัสดุทนกรด แข็งแรง ทนทาน สะอาด และต้องมีฝาปิดป้องกันการระเหย

- การทำเครื่องหมายและฉลาก

ภาชนะบรรจุกรดไฮโดรคลอริกทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมี เลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “กรดไฮโดรคลอริก”

(2) ชั้นคุณภาพ

(3) ปริมาณสุทธิที่บรรจุ

(4) ชื่อโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว หรือชื่อผู้บรรจุหรือชื่อผู้จัดจำหน่าย

(5) ข้อความและเครื่องหมายที่แสดงว่าเป็นของมีอันตราย

(6) วัน เดือน ปี ที่บรรจุ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

ตารางที่ 5.13 คุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2
1	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	1.154	1.154
2	ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก ร้อยละของน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	32	32
3	ส่วนที่เหลือจากการเผาไหม้ ร้อยละของน้ำหนัก ไม่เกิน	0.01	0.05
4	ซัลเฟตทั้งหมด (คำนวณเป็น H_2SO_4) ร้อยละของน้ำหนัก ไม่เกิน	0.05	0.05
5	เหล็ก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	4.0	12.0
6	คลอรีนและโบรมีน (คำนวณเป็น Cl) ร้อยละของน้ำหนัก ไม่เกิน	0.02	0.02
7	ปรอท มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	0.09	-
8	อาร์เซนิก มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	1.4	-
9	โลหะหนัก (คำนวณเป็น Pb) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	0.09	-

หมายเหตุ 1. - หมายถึง ไม่ได้กำหนด

- การชักตัวอย่าง

รุ่น ในที่นี้หมายถึง กรดไฮโดรคลอริกชั้นคุณภาพเดียวกันที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกันที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ขนาดตัวอย่าง หมายถึง จำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดในตัวอย่างที่ชักออกมาจากรุ่นของผลิตภัณฑ์

หากมิได้มีการตกลงกันเป็นอย่างอื่นการชักตัวอย่างจากแต่ละรุ่นให้ทำตามวิธีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.14 แผนการชักตัวอย่างเพื่อตรวจสอบสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

ขนาดรุ่น (หน่วยภาชนะบรรจุ)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วยภาชนะบรรจุ)
1 ถึง 10	1
11 ถึง 50	2
51 ถึง 100	3
101 ถึง 500	5
501 ถึง 1000	10

หมายเหตุ แผนการชักตัวอย่างนี้ใช้ได้เฉพาะกรดไฮโดรคลอริกที่บรรจุในภาชนะที่มีปริมาณกรดไฮโดรคลอริกไม่เกิน 1000 กิโลกรัม

หลักจากได้ทำการชักตัวอย่างตามตารางที่ 5.14 แล้ว ให้ทำการรวมกรดไฮโดรคลอริกจากหน่วยภาชนะที่ชักออกมา เข้าด้วยกันให้ได้ปริมาณไม่น้อยกว่า 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร

ในกรณีที่กรดไฮโดรคลอริกในรุ่นหนึ่ง บรรจุรวมกันในภาชนะที่มีขนาดใหญ่ซึ่งมีปริมาณกรดไฮโดรคลอริกตั้งแต่ 1000 กิโลกรัมขึ้นไป ให้ชักตัวอย่างจากภาชนะนั้นระหว่างการบรรจุในทุกๆ ช่วงระยะเวลาเท่าๆกันไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง และได้ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกเท่าๆกัน ซึ่งเมื่อรวมแล้วให้ได้กรดไฮโดรคลอริกไม่น้อยกว่า 2 ลูกบาศก์เดซิเมตร จากนั้นทำการ

แบ่งตัวอย่างนี้ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ส่วนหนึ่ง และอีก 2 ส่วนใช้เป็นตัวอย่างให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเก็บไว้เป็นหลักฐาน ตัวอย่างที่แบ่งนี้ต้องแสดง วัน เดือน ปี สถานที่ และรุ่นที่ชักตัวอย่าง

- เกณฑ์การตัดสิน

ถ้าตัวอย่างกรดไฮโดรคลอริกที่ชักออกมาเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดในตารางที่ 5.13 ก็ให้ยอมรับผลิตภัณฑ์รุ่นนั้นได้

- การทดสอบและการวิเคราะห์

น้ำกลั่นและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ และวิธีการทดสอบได้แสดงไว้ในภาคผนวก

5.3.1.3 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ข้อกำหนดของโซเดียมไฮดรอกไซด์ได้อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โซเดียมไฮดรอกไซด์ประเภทอุตสาหกรรม มอก. ๑๕๐-๒๕๓๔ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะที่ต้องการ

โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเหลวต้องมีคุณสมบัติเป็นของเหลวข้น ไม่มีสี และมีคุณลักษณะทางเคมีอื่นๆเป็นไปตามตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 คุณลักษณะทางเคมีของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดเหลว

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด			
		ชนิดเหลว 50		ชนิดเหลว 32	
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2	ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	49.5	49.5	32.0	32.0
2	โซเดียมคาร์บอเนต Na_2CO_3				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	1.0	1.0	0.7	0.7
3	โซเดียมคลอไรด์ NaCl				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.10	0.50	0.07	0.35
4	เฟร์ริกออกไซด์ Fe_2O_3				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.005	0.010	0.004	0.007
5	สารที่ไม่ละลายน้ำ				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	-	-	-	-
6	โซเดียมคลอเรต $NaClO_3$				
	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	100	100	70	70
7	ปรอท				
	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	1.0	1.0	0.7	0.7

สำหรับโซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดแข็งต้องคุณสมบัติเป็นของแข็ง สีขาวสะอาดสี และมีคุณลักษณะทางเคมีอื่นๆเป็นไปตามตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 คุณลักษณะทางเคมีของโซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดแข็ง

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด			
		ชั้นคุณภาพ 1	ชั้นคุณภาพ 2	ชั้นคุณภาพ 3	ชั้นคุณภาพ 4
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์ NaOH				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	98.0	97.0	96.0	94.0
2	โซเดียมคาร์บอเนต Na_2CO_3				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	2.0	2.0	2.0	2.0
3	โซเดียมคลอไรด์ NaCl				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.15	1.00	2.80	3.20
4	เฟร์ริกออกไซด์ Fe_2O_3				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.005	0.005	0.008	0.008
5	สารที่ไม่ละลายน้ำ				
	ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.05	0.05	0.05	0.05
6	โซเดียมคลอเรต $NaClO_3$				
	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	200	200	200	200
7	ปรอท				
	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่เกิน	2.0	2.0	2.0	2.0

- การบรรจุ

ต้องบรรจุโซเดียมไฮดรอกไซด์ในภาชนะที่ทำด้วยวัสดุทนด่าง แข็งแรง ทนทาน สะอาด และต้องมีฝาที่ปิดสนิทอากาศเข้าไม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การทำเครื่องหมายและฉลาก

อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ ให้เห็นอย่างชัดเจน

(1) ชื่อ ชนิด และชั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์

(2) ความเข้มข้น หรือปริมาณโซเดียมไฮดรอกไซด์

(3) ปริมาณสุทธิที่บรรจุ

(4) ชื่อโรงงานที่ทำเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนแล้ว หรือชื่อผู้บรรจุหรือผู้จัดจำหน่าย

(5) ข้อความหรือเครื่องหมายที่แสดงว่าเป็นของมอันตราย

(6) วัน เดือน ปี ที่บรรจุ

(7) ประเทศที่ทำ

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้

- การชักตัวอย่าง

รุ่น ในที่นี้หมายถึง โซเดียมไฮดรอกไซด์ชนิดและชั้นคุณภาพเดียวกัน ที่บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

การชักตัวอย่างและแผนการยอมรับให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

ก) การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก (เฉพาะขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม) ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 5.17 และจำนวนผลิตภัณฑ์บกพร่องในแต่ละรายการต้องไม่เกินเลขจำนวนยอมรับที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5.17 จึงจะถือว่าโซเดียมไฮดรอกไซด์รุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 5.17 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก

ขนาดรุ่น (หน่วยภาชนะบรรจุ)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วยภาชนะบรรจุ)	เลขจำนวนยอมรับ
ไม่เกิน 50	ทั้งหมดแต่ไม่เกิน 8	1
51 ถึง 90	13	2
91 ถึง 150	20	3
ตั้งแต่ 151 ขึ้นไป	32	5

หมายเหตุ ตารางที่ 5.17 ใช้ได้เฉพาะขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม

ข) การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป และการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี สำหรับกรณีที่ขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มจากรุ่นเดียวกันตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 แผนการชักตัวอย่างการทดสอบลักษณะทั่วไปและการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี

ขนาดรุ่น (หน่วยภาชนะบรรจุ)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วยภาชนะบรรจุ)
ไม่เกิน 25	2
26 ถึง 150	3
ตั้งแต่ 151 ขึ้นไป	5

หมายเหตุ ตารางที่ 5.18 ใช้ได้เฉพาะขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม

หลังจากทำการชักตัวอย่างแล้วให้ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ตักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะที่ระดับต่างๆ 3 ระดับ คือ ระดับบน ระดับกลาง และระดับล่างให้ได้ปริมาณที่เท่าๆกัน ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม

ค) การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป และการวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี สำหรับกรณีที่ขนาดบรรจุตั้งแต่ 500 กิโลกรัม ให้ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมทำการชักตัวอย่างที่ระดับต่างๆ 3 ระดับ คือ ระดับบน ระดับล่าง และระดับกลาง ให้ได้ปริมาณเท่าๆกัน ซึ่งเมื่อรวมแล้วให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม

ง) แบ่งตัวอย่างรวมที่ได้จากข้อ ข) หรือ ข้อ ค) ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน แยกใส่ภาชนะที่สะอาด แห้งและปิดได้สนิท พร้อมทั้งบันทึกรายละเอียดแสดงวัน เดือน ปี สถานที่และรุ่นที่ชักตัวอย่างไว้ ตัวอย่างส่วนหนึ่งใช้ในการวิเคราะห์ และอีก 2 ส่วนที่เหลือมอบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเก็บไว้เป็นหลักฐาน

- เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ได้ชักออกมาต้องมีคุณสมบัติตามคุณลักษณะที่ต้องการและเป็นไปตามตารางที่ 5.15 หรือ ตารางที่ 5.16 จึงจะตัดสินใจยอมรับรุ่นนั้นๆ

- การทดสอบและการวิเคราะห์

น้ำกลั่นและสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์เหมาะสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ และวิธีการทดสอบได้แสดงไว้ในภาคผนวก

5.3.1.4 ซิงก์คลอไรด์ ($ZnCl_2$)

ข้อกำหนดของซิงก์คลอไรด์ ได้อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซิงก์คลอไรด์ มอก. ๑๑๒๔-๒๕๓๕ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- บทนิยาม

ซิงก์คลอไรด์ หมายถึง สารประกอบที่มีสูตรเคมี $ZnCl_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล 136.28

ซิงก์คลอไรด์ชนิดสารละลายร้อยละ 50 หมายถึง สารละลายของซิงก์คลอไรด์กับน้ำในอัตราส่วนเท่ากันโดยน้ำหนัก

- คุณลักษณะที่ต้องการ

ชนิดของแข็งต้องเป็นผงหรือเม็ด มีสีขาวหรือเกือบขาว และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้ ซึ่งตรวจสอบได้โดยการตรวจพินิจ สำหรับชนิดสารละลายร้อยละ 50 ต้องใส ไม่มีสี และปราศจากสิ่งแปลกปลอมที่มองเห็นได้

- คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมี

คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีเป็นไปตามตารางที่ 5.19

- การบรรจุ

ให้บรรจุซิงก์คลอไรด์ในภาชนะบรรจุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับซิงก์คลอไรด์ สะอาด แห้ง แข็งแรง และปิดได้สนิท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.19 คุณลักษณะทางฟิสิกส์และทางเคมีของซิงก์คลอไรด์ชั้นคุณภาพอุตสาหกรรม

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่ กำหนด			
		ชนิดแข็ง			สารละลาย
		ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ร้อยละ 50
1	ซิงก์คลอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่น้อยกว่า	96.0	90.0	90.0	50
2	สารที่ไม่ละลาย ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.01	0.02	0.5	0.005
3	เกลือของสังกะสี (ซิงก์ออกไซด์) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	2.0	2.0	2.0	1.0
4	ซัลเฟต ร้อยโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.01	0.2	0.2	0.005
5	ตะกั่ว ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.003	-	-	0.0015
6	ทองแดง ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.001	-	-	0.0005
7	เหล็ก ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	0.003	0.01	0.1	0.0015
8	โลหะแอลคาไลและโลหะแอลคาไลน์เอิร์ท(คำนวณเป็นซัลเฟต) ร้อยละโดยน้ำหนัก ไม่เกิน	1.0	1.5	-	0.5
9	ความเป็นกรด-ด่าง ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	2.6	-	-	2.6
10	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 20/20 องศาเซลเซียส ไม่น้อยกว่า	-	-	-	1.57

- เครื่องหมายและฉลาก

ที่ภาชนะบรรจุซิงก์คลอไรด์ทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า "ซิงก์คลอไรด์"
(2) ชั้นคุณภาพ และชนิด
(3) ชั้น (ถ้ามี)
(4) ปริมาณสุทธิ เป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เดซิเมตร กรัม หรือ กิโลกรัม
(5) เดือน ปีที่ทำ และ/หรือรหัสรุ่นที่ทำ
(6) คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ (ถ้ามี) และการเก็บรักษา
(7) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

- การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

รุ่นในที่นี้ หมายถึง ซิงก์คลอไรด์ชั้นคุณภาพ ชนิดและชั้น (ถ้ามี) เดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน บรรจุในภาชนะบรรจุชนิดและขนาดเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

ก) การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก(เฉพาะขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม) ให้ชักตัวอย่างตามจำนวนที่กำหนดในตารางที่ 5.20 เครื่องหมายและฉลากต้องเป็นไปตามที่กำหนด

ตารางที่ 5.20 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการทดสอบการบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก

ขนาดรุ่น (หน่วยภาชนะบรรจุ)	ขนาดตัวอย่าง (หน่วยภาชนะบรรจุ)	เลขจำนวนยอมรับ
ไม่เกิน 150	2	0
151 - 500	8	1
เกิน 500	13	2

หมายเหตุ : เฉพาะขนาดบรรจุน้อยกว่า 500 กิโลกรัม

ข) การชักตัวอย่างสำหรับคุณลักษณะที่ต้องการ

ในกรณีขนาดบรรจุต่อหน่วยไม่เกิน 500 กิโลกรัม ให้ใช้จำนวนตัวอย่างตามตารางที่ 5.20 และสำหรับชนิดของแข็งให้ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ชักตัวอย่างตลอดความลึกของแต่ละภาชนะบรรจุที่เพิ่งเปิดภาชนะบรรจุละเท่าๆกัน นำมาผสมกันให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 150 กรัม เก็บไว้ในภาชนะที่กันความชื้นได้ ในการชักตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่างต้องทำอย่างรวดเร็วและระมัดระวัง โดยให้สัมผัสอากาศน้อยที่สุด เพราะซิงก์คลอไรด์ดูดความชื้นจากอากาศได้ง่าย

สำหรับชนิดสารละลายร้อยละ 50 ให้นำเขย่าหรือกวนสารละลายให้เข้ากัน แล้วใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่างจากแต่ละภาชนะบรรจุที่ระดับความลึกต่างๆกัน 3 ระดับ คือ ระดับบน กลาง และล่าง ให้ได้ปริมาตรเท่าๆกัน นำมาผสมกันให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 500 ลูกบาศก์เซนติเมตรเก็บไว้ในภาชนะที่แห้งและสะอาด

ในกรณีที่ขนาดบรรจุมากกว่า 500 กิโลกรัมขึ้นไป ให้ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมชักตัวอย่างที่ระดับความลึกต่างๆกัน 3 ระดับ คือ ระดับบน กลางและล่าง ให้ได้ปริมาณเท่าๆกัน นำมาผสมกันให้ได้ตัวอย่างรวมไม่น้อยกว่า 150 กรัม สำหรับซิงก์คลอไรด์ชนิดแข็งและไม่น้อยกว่า 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับซิงก์คลอไรด์ชนิดสารละลายร้อยละ 50

ตัวอย่างที่ได้ชักมาต้องมีคุณลักษณะตามที่ต้องการจึงยอมรับรุ่นนั้นๆ

5.3.1.5 แอมโมเนียคลอไรด์(NH_4Cl)

ข้อกำหนดของแอมโมเนียคลอไรด์ได้อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม JIS K 1441 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะทางเคมี

ตารางที่ 5.21 คุณลักษณะทางเคมีของแอมโมเนียคลอไรด์

รายการ	สำหรับการใช้งานทั่วไป	ชนิดพิเศษ
1. แอมโมเนียคลอไรด์ (%)	ไม่น้อยกว่า 98.9	ไม่น้อยกว่า 99.0
2. น้ำ (%)	ไม่เกิน 0.7	ไม่เกิน 0.5
3. เหล็ก (%)	ไม่เกิน 0.02	ไม่เกิน 0.0005
4. โลหะหนัก (%)	-	ไม่เกิน 0.005
5. อิออน ซัลเฟต (%)	-	ไม่เกิน 0.02
6. สิ่งที่เหลือจากการเผา (%)	ไม่เกิน 0.4	ไม่เกิน 0.4
7. ค่า pH	4.0 - 6.5	4.0 - 5.5

- การชักตัวอย่าง

ก) ทำการชักตัวอย่างแบบสุ่มจากรุ่น โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 กรัม ต่อแอมโมเนียคลอไรด์ 3000 กิโลกรัม

ข) นำตัวอย่างที่ได้ชักออกมาทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน

ค) จากนั้นให้ลดปริมาณตัวอย่างที่ได้ผสมกันแล้วลงให้เหลือ 100 กรัม

ง) นำตัวอย่างไปทดสอบคุณลักษณะทางเคมีตามภาคผนวก

- เกณฑ์การตัดสิน

แอมโมเนียคลอไรด์ตัวอย่างมีคุณลักษณะทางเคมีเป็นไปตามตารางที่ 5.21

5.3.1.6 โซเดียมไดโครเมต ($Na_2Cr_2O_7 \bullet 2H_2O$)

ข้อกำหนดของโซเดียมไดโครเมตได้อ้างอิงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม JIS K 1403 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- คุณลักษณะทางเคมี

ตารางที่ 5.22 คุณลักษณะทางเคมีของโซเดียมไดโครเมต ($Na_2Cr_2O_7 \bullet 2H_2O$)

รายการ	ปริมาณ
1. โซเดียมไดโครเมต ($Na_2Cr_2O_7 \bullet 2H_2O$)	99.3 (น)
2. คลอไรด์ (Cl)	0.2 (ม)
3. ซัลเฟต (SO_4)	0.2 (ม)

หมายเหตุ (ม) หมายถึง มีสารดังกล่าวได้ไม่เกิน

(น) หมายถึง มีสารดังกล่าวไม่น้อยกว่า

- การชักตัวอย่าง

ก) ทำการชักตัวอย่างแบบสุ่มจากรุ่น โดยขนาดตัวอย่างเท่ากับ 100 กรัม ต่อโซเดียมไดโครเมต 3000 กิโลกรัม

ข) นำตัวอย่างที่ได้ชักออกมาทั้งหมดมาผสมให้เข้ากัน

ค) จากนั้นให้ลดปริมาณตัวอย่างที่ได้ผสมกันแล้วลงให้เหลือ 100 กรัม

ง) นำตัวอย่างไปทดสอบคุณลักษณะทางเคมีตามภาคผนวก

- เกณฑ์การตัดสิน

โซเดียมไดโครเมตตัวอย่างมีคุณลักษณะทางเคมีเป็นไปตามตารางที่ 5.22

5.3.2 การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบ

คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อคุณภาพของผิวเคลือบและรูปทรงของผลิตภัณฑ์หลังชุบ ดังนั้นผู้ชุบมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงคุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาชุบ ทั้งนี้ผู้ชุบจะทราบถึงคุณสมบัติต่างๆได้โดยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ก่อนการชุบ แต่อย่างไรก็ตามมีคุณสมบัติบางประการที่ผู้ชุบจำเป็นต้องได้รับจากผู้ส่งงานเข้าชุบหรือลูกค้า เช่น ส่วนผสมทางเคมีของผลิตภัณฑ์ วัตถุประสงค์การใช้งานของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ตามมาตรฐาน ASTM A123 ข้อมูลที่โรงงานชุบต้องได้รับจากผู้ส่งงานเข้าชุบมีดังต่อไปนี้

1. ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าชุบทั้งหมด(จำนวนชิ้นหรือค่าน้ำหนักโดยรวม)
2. ชนิดและขนาดของผลิตภัณฑ์และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งชิ้น
3. คำระบุมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ผู้ส่งงานเข้าชุบต้องการ โดยระบุหมายเลขมาตรฐาน ASTM พร้อมทั้งปีที่ประกาศใช้ด้วย
4. สภาพผิวของชิ้นงาน
5. ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่จำเป็น เช่น ส่วนผสมทางเคมี เป็นต้น
6. แผนการสุ่มตัวอย่างที่ต้องการ ในกรณีที่ต่างจากแผนการสุ่มตัวอย่างในมาตรฐานที่อ้างถึง
7. ความต้องการการทดสอบความยึดติดแน่น และ การสูญเสียความเหนียว
8. ความต้องการพิเศษ เช่น การหีบห่อ ผิวเคลือบที่หนาเป็นพิเศษ เป็นต้น
9. วิธีการระบุ (Tagging or piece identification method) เพื่อชี้บ่งผลิตภัณฑ์

คุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์ที่มีผลต่อคุณภาพของงานชุบสังกะสีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.2.1 ส่วนผสมทางเคมีของผลิตภัณฑ์

การเกิดผิวเคลือบสังกะสีนั้นอยู่บนพื้นฐานทางการเกิดปฏิกิริยาเคมีของเนื้อเหล็กและสังกะสีหลอมเหลว โดยผิวเคลือบที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปของโลหะผสมระหว่างเหล็กและสังกะสี และมีลักษณะเป็นชั้นๆ ดังรูปที่ 2.1 และโครงสร้างของผิวเคลือบนั้นสามารถถูกเปลี่ยนแปลงไปได้โดยได้รับอิทธิพลมาจากส่วนผสมทางเคมีของเหล็กที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์เอง ธาตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดผิวเคลือบเป็นไปดังตารางที่ 5.23

ตารางที่ 5.23 แสดงธาตุที่มีอิทธิพลต่อการเกิดผิวเคลือบ

ธาตุ	เหล็กกล้า	เหล็กหล่อ
คาร์บอน(Carbon)	มากกว่า 0.25%	.....
แมงกานีส(Manganese)	มากกว่า 1.3%	.....
ฟอสฟอรัส(Phosphorus)	มากกว่า 0.05%	มากกว่า 1%
ซิลิกอน(Silicon)	มากกว่า 0.3%	มากกว่า 3%

ที่มา : วัชรา ขนิษฐบุตร, การชุบสังกะสีแบบกัลวาไนซ์ (กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537), หน้า 4

ธาตุต่างๆ ตามตารางที่ 5.23 จะมีอิทธิพลในการเร่งอัตราการเกิดชั้นต่างๆของผิวเคลือบ โดยเฉพาะผิวเคลือบชั้นเซต้า(Zeta layer) และจะส่งผลให้ผิวเคลือบมีลักษณะสีเทามัวๆ ผิวเคลือบที่ได้จะไม่สว่างหรือไม่มีความเงาตามปกติ และอาจส่งผลให้ผิวเคลือบมีความเปราะสูง และการยึดติดแน่นของผิวเคลือบไม่ดีด้วย

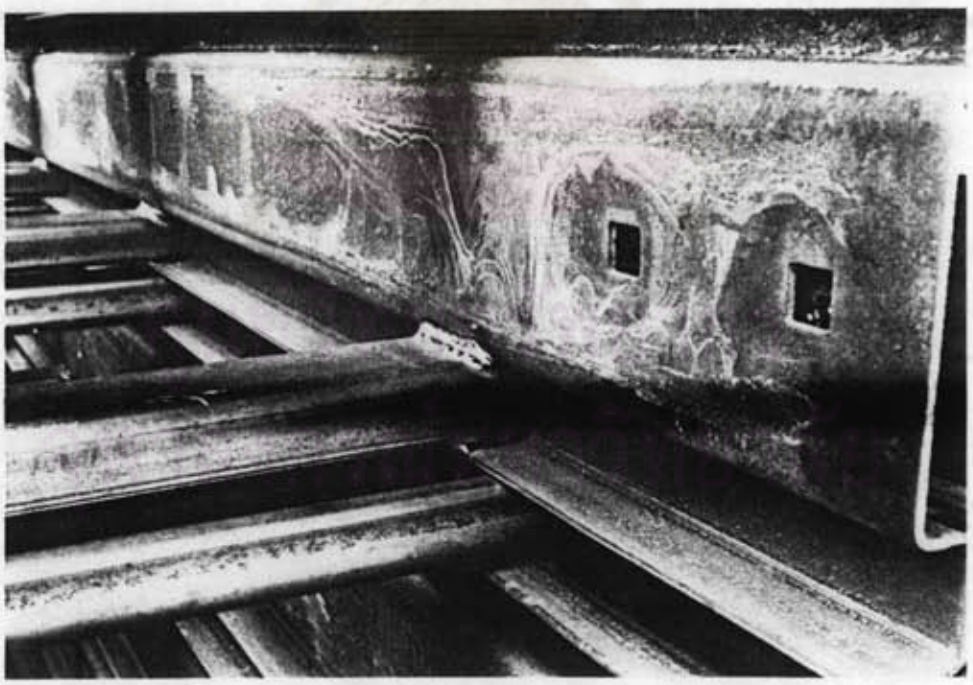
5.3.2.2 ชิ้นส่วนที่ประกอบกันเป็นผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบสังกะสีอาจจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการประกอบชิ้นส่วนต่างๆขึ้น และการที่ผลิตภัณฑ์หนึ่งๆเกิดจากชิ้นส่วนหลายชิ้นนี้จะส่งผลให้ผิวเคลือบที่เกิดขึ้นไม่มีความสม่ำเสมอได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการประกอบชิ้นส่วนต่างๆจะมีความเหมาะสมต่อการชุบสังกะสีก็ต่อเมื่อชิ้นส่วนต่างๆนั้นมีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกัน

หลักการพิจารณาชิ้นส่วนต่างๆที่ประกอบกันผลิตภัณฑ์นี้ได้อ้างอิงตาม ASTM A385 - 80 ซึ่งได้แสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 3.5.3

5.3.2.3 การต่อเกยกัน(Overlapping)หรือผิวที่สัมผัสกัน(Contacting Surfaces)

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนควรหลีกเลี่ยงการต่อเกยกัน หรือการมีช่องว่างเหล็กๆระหว่างผิวสัมผัส(gaps) อย่างไรก็ตามถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ควรทำการเชื่อมปิดตามขอบโดยที่แนวเชื่อมที่ใช้ในการเชื่อมปิดต้องมีความต่อเนื่องกัน ห้ามไม่ให้มีแนวเชื่อมที่มีลักษณะเป็นช่วงๆ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการบิดเบี้ยวหลังจากทำการชุบได้และพื้นผิวบริเวนเกยกันต้องมีการเจาะรูระบายอากาศ เพื่อหลีกเลี่ยงแรงดันของอากาศภายในที่เกิดขึ้นระหว่างการชุบและจะเป็นสาเหตุให้ผลิตภัณฑ์เสียหายได้ ทั้งนี้สามารถพิจารณาตามมาตรฐาน ASTM A385 - 80 ซึ่งได้แสดงรายระเอียดไว้ในหัวข้อ 3.5.4



รูปที่ 5.24 แสดงแนวเชื่อมปิดตรงรอยต่อของรางสายไฟฟ้า

5.3.2.4 ขี้เชื่อม (Weld Slags)

ขี้เชื่อมจะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนเข้าสู่กระบวนการล้างชิ้นงาน เนื่องจากการล้างชิ้นงานโดยกรรมวิธีทางเคมีไม่สามารถกำจัดขี้เชื่อมออกได้ ดังนั้นขี้เชื่อมทั้งหมดจะต้องถูกกำจัดออกโดยวิธีทางกล เช่น การเคาะ การพ่นทราย การขัด เป็นต้น ทั้งนี้สามารถพิจารณาตามมาตรฐาน ASTM A385 - 80 ซึ่งได้แสดงรายระเอียดไว้ในหัวข้อ 3.5.5 รูปที่ 5.24 แสดงแนวเชื่อมที่ได้ผ่านการกำจัดขี้เชื่อมแล้ว

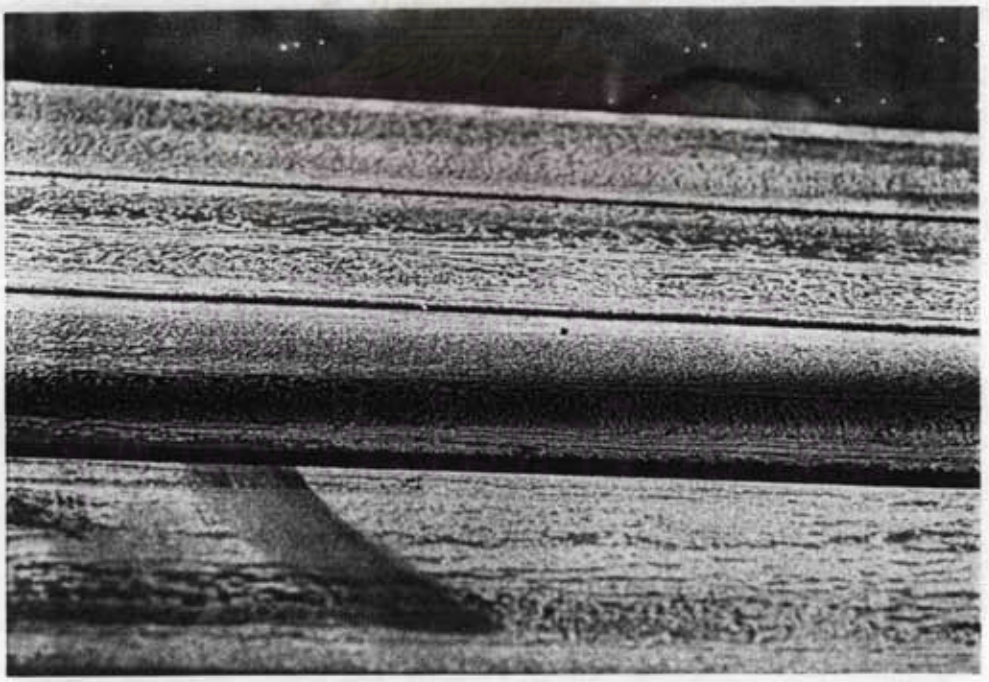
5.3.2.5 ขนาดและน้ำหนักของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าชุบต้องมีความกว้าง ความยาว และความสูง น้อยกว่าขนาดของบ่อชุบสังกะสีและบ่อของสารละลายเคมีต่างๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของบ่อชุบสังกะสีและบ่อสารละลายเคมีจะไม่สามารถชุบได้ และผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำหนักมากจนเกินความสามารถของเครนชุบของโรงชุบก็จะไม่สามารถชุบได้

5.3.2.6 สภาพผิวของผลิตภัณฑ์

สีที่ไม่ละลายในน้ำหรือแชล็คที่เคลือบที่ผิวของผลิตภัณฑ์จะถูกกำจัดออกได้ยากด้วยกรรมวิธีทางเคมี ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่มีการเปื้อนสีที่ไม่ละลายในน้ำหรือแชล็คมากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่ผิวทั้งหมดจะไม่นำเข้าสู่กระบวนการชุบ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ที่มีสนิมกัดกร่อนมากจนมีลักษณะเป็นสนิมขุมก็ไม่จะไม่นำเข้าสู่กระบวนการชุบ รูปที่ 5.25 แสดงสนิมขุมที่เกิดและไม่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการชุบได้ รูปที่ 5.26 แสดงสนิมผิวที่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการชุบได้

รูปที่ 5.25 แสดงสนิมขุมที่ไม่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการชุบได้



รูปที่ 5.26 แสดงสนิมผิวที่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการชุบได้

5.3.2.7 ที่แขวนชิ้นงาน

ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้าชุบได้ต้องมีจุดที่สามารถแขวนชิ้นงานได้ โดยจุดที่แขวนชิ้นงานนี้อาจจะเป็นรูที่เจาะไว้สำหรับแขวน หรือ ห่วงก็ได้ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีจุดแขวนชิ้นงานจะไม่สามารถนำเข้าสู่กระบวนการชุบได้

5.3.2.8 ความเสี่ยงต่อการโก่งงอหรือบิดเบี้ยว

เกณฑ์พิจารณาผลิตภัณฑ์ใดๆที่มีความเสี่ยงต่อการโก่งงอและบิดประกอบไปด้วยข้อย่อยทั้งหมด 4 ข้อ ซึ่งมีรายระเอียดดังต่อไปนี้

ก). ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการประกอบชิ้นส่วนหลายชิ้น

ผลิตภัณฑ์ใดๆที่เกิดจากการประกอบกันขึ้นของชิ้นส่วนต่างๆหลายชิ้น และชิ้นส่วนต่างๆเหล่านั้นมีความหนาแตกต่างกันจะมีแนวโน้มที่จะเกิดการโก่งงอและบิดเบี้ยวได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประกอบเหล็กแผ่นที่มีช่วงความหนาต่ำกับเหล็กที่มีความหนามากจำพวกเหล็กฉากหรือเหล็กที่มีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกัน

ข) ความสมมาตรของผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงที่ไม่สมมาตรจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดการโก่งงอและบิดเบี้ยวสูง

ค) ผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มว่าจะคืนตัวเมื่อผ่านการชุบสังกะสี

ผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มที่จะเกิดการโก่งงอหรือการบิดเบี้ยวได้แก่ผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดการคืนตัวเมื่อผ่านการชุบสังกะสี อันได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบขึ้นมาจากชิ้นส่วนที่มีขนาดไม่แม่นยำและได้ทำการทุบ คัด กด ในขณะประกอบ หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเชื่อมด้วย

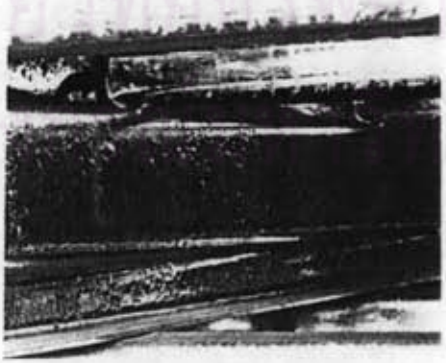
เทคนิคการเชื่อมที่ไม่ถูกต้อง ส่งผลให้เกิดความเค้นเนื่องจากความร้อนไม่เท่ากันตลอดแนวเชื่อม ทั้งนี้ผู้ส่งเข้าชุบหรือลูกค้าควรต้องให้ข้อมูลแก่ผู้ชุบ

ง) อัตราการขยายของวัสดุเนื่องจากการเปลี่ยนระดับอุณหภูมิ

ผลิตภัณฑ์ใดๆที่เกิดจากการประกอบกันขึ้นของชิ้นส่วนต่างๆหลายชิ้น และชิ้นส่วนต่างๆเหล่านั้นมีอัตราการขยายของวัสดุเนื่องจากการเปลี่ยนระดับอุณหภูมิที่ต่างกันจะมีแนวโน้มที่จะเกิดการโก่งงอและการบิดเบี้ยวสูง ดังนั้นผลิตภัณฑ์ใดๆที่ต้องการชุบเคลือบสังกะสีควรจะประกอบกันขึ้นจากวัสดุที่มีอัตราการขยายตัวเนื่องจากการเปลี่ยนระดับอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากตารางที่ 5.24

5.3.2.9 ทางไหลของอากาศ สังกะสีหลอมเหลว สารละลายเคมีต่างๆ

ผลิตภัณฑ์ที่นำเข้ามาชุบจะต้องไม่มีส่วนที่สามารถเกิดการกักขังอากาศและสารละลายเคมีต่างๆ ผู้ชุบจะต้องมั่นใจได้ว่าสารละลายเคมีต่างๆรวมทั้งสังกะสีหลอมเหลวสามารถไหลกลับลงสู่บ่อได้หมดขณะทำการยกผลิตภัณฑ์ขึ้น นอกจากนี้ยังต้องมั่นใจอีกด้วยว่าจะไม่เกิดการกักขังอากาศขึ้นระหว่างการชุบซึ่งจะทำให้เกิดการชุบไม่ติดขึ้นตรงบริเวณที่อากาศเข้าไปกักขังอยู่ ทั้งนี้สามารถพิจารณาตามมาตรฐาน ASTM A385-80 ซึ่งได้แสดงรายระเอียดไว้ในหัวข้อ 3.5.7



รูปที่ 5.27 แสดงทางไหลของสารละลายเคมีต่างๆของรางสายไฟฟ้า

ตารางที่ 5.24 แสดงคุณสมบัติบางประการของวัสดุที่ใช้ในทางวิศวกรรม

Typical Properties of Selected Materials Used in Engineering[1, 5]

Material	Density, kg/m³	Ultimate Strength			Yield Strength[2]		Modulus of Elasticity, GPa	Modulus of Rigidity, GPa	Coefficient of Thermal Expansion, 10^{-6}/°C	Ductility, Percent Elongation in 50 mm
		Tension, MPa	Compression,[3] MPa	Shear, MPa	Tension, MPa	Shear, MPa				
STEEL:										
Structural	7860	400	...	...	260	145	200	79	11.7	23
High-strength-low-alloy	7860	480	...	...	350	210	200	79	11.7	21
Quenched and tempered alloy	7860	825	...	...	700	380	200	79	11.7	18
Stainless,										
Cold-rolled	7920	860	...	...	500	...	190	73	17.3	12
Annealed	7920	620	...	...	275	152	190	73	17.3	50
CAST IRON:										
Gray, 4.5% C, ASTM A-48	7200	170	650	240	...	...	70	28	12.1	0.5
Malleable	7300	340	620	330	230	...	165	64	12.1	10
ALUMINUM:										
Alloy 1100-H14 (99% Al)	2710	110	...	70	95	55	70	26	23.6	20
Alloy 2014-T6 (4.4% Cu)	2800	480	...	290	410	220	72	27	23.0	13
Alloy 6061-T6 (1% Mg)	2710	290	...	185	255	140	69	26	23.6	17
YELLOW BRASS (65% Cu, 35% Zn):										
Cold-rolled	8470	540	...	300	435	250	105	39	20	8
Annealed	8470	350	...	220	105	65	105	39	20	62
PHOSPHOR BRONZE:										
Cold-rolled	8860	560	...	...	520	275	110	41	17.8	10
Spring temper	8780	840	...	...	...	...	110	...	18.4	4
MAGNESIUM ALLOY (8.5% Al)	1800	380	...	165	275	...	45	...	26	7
TITANIUM ALLOY (6% Al, 4% V)	4460	900	...	...	825	...	114	...	9.5	10
MONEL ALLOY 400 (Ni-Cu)										
Cold-worked	8830	675	...	...	580	345	180	...	13.9	22
Annealed	8830	550	...	...	220	125	180	...	13.9	46
TIMBER, air dry:[4]										
Douglas fir	525	...	50	7.5	...	...	12.5	...	Varies:	...
Eastern spruce	440	...	37	6.9	...	...	9	...	3.0 to 4.5	...
Southern pine	610	...	50	9.2	...	...	11	...	...	...
CONCRETE:										
Medium strength	2320	...	28	...	...	...	25	...	10	...
High strength	2320	...	40	...	...	...	30	...	10	...
Nylon, molded	1110	...	...	...	...	...	...	...	81	50
Polystyrene	1050	...	...	...	...	...	...	...	72	4
Rubber	910	11	...	...	...	...	...	...	162	600
Neoprene	1250	24	...	...	...	...	...	...	...	500
Granite	2770	20	240	35	...	...	70	...	7	...
Glass, 98% silica	2190	...	50	...	...	...	65	28	80	...

[1] Properties of metals vary widely as a result of variations in composition, heat treatment, and mechanical working.
[2] For ductile metals the compression strength is generally assumed to be equal to the tension strength.
[3] Offset of 0.2 percent.
[4] Timber properties are for loading parallel to the grain.
[5] See also T. Baumeister, *Mark's Mechanical Engineering Handbook*, 8th ed., McGraw-Hill, New York, 1978, and *Annual Book of ASTM*, American Society for Testing Materials, Philadelphia, Pa.

5.3.2.10 ความเสี่ยงต่อการสูญเสียความเหนียว(Embrittlement)[1]

เกณฑ์พิจารณาผลิตภัณฑ์ใดๆที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียความเหนียวประกอบไปด้วยข้อย่อยทั้งหมด 2 ข้อ ซึ่งมีรายระเอียดดังต่อไปนี้

ก) การสูญเสียความเหนียวเนื่องจากความเครียดที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลา (Strain-aging)

การสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์เหล็กจะเกิดขึ้นจากปัจจัยหลายประการ แต่โดยทั่วๆไปแล้วการชุบสังกะสีแบบจุ่มร้อนจะไม่ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์เหล็กสูญเสียความเหนียว ยกเว้นแต่ผลิตภัณฑ์เหล็กที่มีความไวต่อความเครียดที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลาเท่านั้น(Strain-aging) ซึ่งได้แก่ ผลิตภัณฑ์เหล็กที่ได้ผ่านการขึ้นรูปเย็น (Cold work) และถูกนำไปใช้งานที่อุณหภูมิต่ำกว่า 600 องศาเซลเซียล ปริมาณความเครียดที่เพิ่มขึ้นตามกาลเวลา (Strain-aging) จะขึ้นอยู่กับระยะเวลา อุณหภูมิ และส่วนผสมทางเคมีของเหล็กโดยเฉพาะธาตุไนโตรเจน(Nitrogen)และคาร์บอน (Carbon) และที่ระดับอุณหภูมิห้องความเครียดจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่ความเครียดจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิ 455 องศาเซลเซียลซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วงการชุบสังกะสีนั่นเอง ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เหล็กที่จะนำมาชุบสังกะสีควรหลีกเลี่ยงการขึ้นรูปเย็น เช่น การดัด การปั๊มรู การตัด เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามถ้าไม่สามารถหลีกเลี่ยงการขึ้นรูปเย็นได้ก็ควรนำผลิตภัณฑ์นั้นมาทำการอบที่อุณหภูมิ 870 - 925 องศาเซลเซียลเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงต่อความหนาผลิตภัณฑ์ 1 นิ้วก่อนทำการชุบสังกะสี อย่างไรก็ตามเหล็กแผ่นที่มีความหนาน้อยกว่า 3 มิลลิเมตรจะไม่สูญเสียความเหนียวถึงแม้ว่าได้ผ่านการขึ้นรูปเย็นโดยการปั๊มรู การดัดหรือการเฉือนก็ตาม

ผลิตภัณฑ์ที่มีความเสี่ยงต่อการสูญเสียความเหนียวได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปเย็นโดยการดัดโดยที่รัศมีของการดัดน้อยกว่า 3 เท่าของความหนา หรือ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปเย็นโดยการเฉือนโดยที่ความหนาของผลิตภัณฑ์มากกว่า 16 มิลลิเมตร หรือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นเย็นโดยการปั๊มรูโดยที่ความหนาของผลิตภัณฑ์มากกว่า 19 มิลลิเมตร

---

[1] ZALAS. Hot dip galvanizing. Australia, 1985, pp. 25-26

ข) การสูญเสียความเหนียวเนื่องจากการดูดซึมอะตอมไฮโดรเจน (Hydrogen Embrittlement)

นอกจากนี้แล้วการสูญเสียความเหนียวของผลิตภัณฑ์เหล็กอาจจะเกิดจากขบวนการดูดซึมอะตอมไฮโดรเจนของเหล็ก โดยที่อะตอมไฮโดรเจนนี้จะเกิดขึ้นในขั้นตอนการล้างผิวด้วยสารละลายกรด การดูดซึมอะตอมของไฮโดรเจนนี้จะขึ้นอยู่กับค่าความแข็งแรงของเหล็กและระดับการขึ้นรูปเย็น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดรอยแตกขึ้นตามผิวของเหล็ก(submicroscopic cracks) การลดปริมาณการสูญเสียความเหนียวเนื่องจากการดูดซึมอะตอมไฮโดรเจนทำได้โดยการนำชิ้นงานที่ผ่านการชุบสังกะสีมาทำการอบที่ระดับอุณหภูมิหนึ่งด้วยระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งได้แสดงดังตารางที่ 5.25 ชิ้นงานที่นำมาอบนี้ควรจะนำมาอบภายใน 3 ชั่วโมงนับตั้งแต่ขั้นตอนการชุบสังกะสี และต้องทำก่อนขั้นตอนการเคลือบสารละลายโซเดียมไดโครเมต

5.3.3 แผนการชักตัวอย่างการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบ

แผนการชักตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบนี้เป็นแผนการตรวจสอบเชิงเดี่ยว ซึ่งได้จัดทำขึ้นโดยอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผนและวิธีการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบแบบแอตทริบิวส์ มอก. ๔๖๕ - ๒๕๒๗ โดยที่แผนการชักตัวอย่างจะประกอบไปด้วยตัวเลข 2 ตัว คือ จำนวนตัวอย่างที่สุ่มชักจากรุ่น (n) และเลขจำนวนที่ยอมรับ (c) การใช้แผนชักตัวอย่างทำโดยการชักตัวอย่างแบบสุ่มจากรุ่นสินค้าจำนวน n ตัวอย่าง แล้วทำการตรวจสอบลักษณะคุณภาพจากนั้นทำการจำแนกของดีและของเสียออกจากกัน ถ้าพบว่ามีจำนวนของเสียน้อยกว่าหรือเท่ากับ c ก็ยอมรับรุ่นสินค้า แต่ถ้าจำนวนของเสียมากกว่า c ก็ปฏิเสธรุ่นสินค้า ขั้นตอนการประยุกต์ใช้แผนการชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวได้แสดงดังรูปที่ 5.16 สำหรับจำนวนตัวอย่าง n และเลขจำนวนยอมรับ c จะขึ้นอยู่กับจำนวนรุ่นผลิตภัณฑ์ รายละเอียดได้แสดงในตารางที่ 5.26

ตารางที่ 5.25 แสดงระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบเพื่อลดการสูญเสียความเหนียวเนื่องจากการดูดซึมอะตอมไฮโดรเจน

ความแข็งแรง (Tensile Strength,MPa)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลา (ชั่วโมง)
ไม่ระบุ	.....	.....
1701 -1800	190 - 220	อย่างน้อย 22
1601 - 1700	190 - 220	อย่างน้อย 20
1501 - 1600	190 - 220	อย่างน้อย 18
1401 - 1500	190 - 220	อย่างน้อย 16
1301 - 1400	190 - 220	อย่างน้อย 14
1201 - 1300	190 - 220	อย่างน้อย 12
1101 - 1200	190 - 220	อย่างน้อย 10
1000 - 1100	190 - 220	อย่างน้อย 8
1000 - 1800 (ชุบโครเมียม)	440 - 480	อย่างน้อย 1
ความแข็งผิว น้อยกว่า 1401 (ชุบแคดเมียม ตะกั่ว สังกะสี)	130 - 160	อย่างน้อย 16
ความหนามากกว่า 25 มิลลิเมตร และมี sharp notches	190 - 220	อย่างน้อย 24

หมายเหตุ : - ที่มา American Society for Testing and Material. Standard specification for post-coating treatments of iron or steel for reducing risk of Hydrogen embrittlement(ASTM B850). America, 1994

- ในกรณีที่ไม่สามารถระบุค่าความแข็งแรงของเหล็กให้ทำการอบที่อุณหภูมิ 190 - 220 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 22 ชั่งโมง

ในการพิจารณาตามตาราง ให้พิจารณที่ค่าความแข็งแรงของเหล็กเป็นอันดับแรก ในกรณีที่ไม่ทราบค่าความแข็งแรงให้ใช้ค่าความแข็งผิวเป็นตัวพิจารณาแทน

- สำหรับเหล็กที่มีค่าความแข็งแรงน้อยกว่า 1000 MPa ไม่ต้องทำการอบ
- สำหรับเหล็กที่มีค่าความแข็งมากกว่า 1800 MPa ให้ทำการอบที่อุณหภูมิ 190 - 220 องศาเซลเซียส ระยะเวลา = (0.02 x ความแข็งแรง) - 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.26 แผนการชักตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่จะนำเข้าชุบ

รุ่น (ชิ้น)	ตัวอย่าง n (ชิ้น)	เลขยอมรับ c
1 - 3	all	0
4 - 25	3	0
26 -90	13	1
91 - 150	20	2
151 - 280	32	3
281 - 500	50	5
501 - 1200	80	7
1201 - 3200	125	10
3201 - 10000	200	14
10001 ขึ้นไป	315	21

หมายเหตุ : 1. ตารางที่ 5.26 อ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแผนและวิธีการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบแบบแอตทริบิวส์ มอก. ๔๖๕ - ๒๕๒๗ ที่ระดับการตรวจสอบทั่วไป II การชักตัวอย่างเชิงเดี่ยวสำหรับการตรวจสอบแบบปกติ และที่ระดับ AQL เท่ากับ 4.0

5.4 แผนคุณภาพ (Quality Plan)

แผนคุณภาพคือแผนงานที่แสดงถึงกิจกรรมการควบคุมคุณภาพตลอดกระบวนการชุบ ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ กระบวนการชุบ ไปจนกระทั่งกระบวนการตรวจสอบและจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป รายละเอียดได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.27 สำหรับรหัสเอกสารจะกำหนดไว้เป็น 2 ส่วน คือ XX - XX

โดยที่ ส่วนแรกจะเป็นตัวอักษรแสดงถึงหน่วยงานเจ้าของเอกสาร ดังนี้

QC คือ ส่วนควบคุมคุณภาพ P คือ ส่วนผลิต

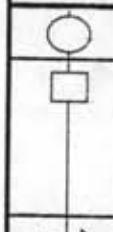
M คือ ฝ่ายการตลาด A คือ แผนกธุรการ)

และ ส่วนที่สองเป็นตัวเลขแสดงถึงลำดับของเอกสาร

ตารางที่ 5.27 แผนคุณภาพของผลิตภัณฑ์รางสายไฟฟ้า

ผัง	ชื่อกระบวนการ	ข้อกำหนดคุณภาพ	เอกสารอ้างอิง	บันทึกคุณภาพ	จำนวนตรวจ	ความถี่	เครื่องมือวัด	ผู้รับผิดชอบ
▽	ผลิตภัณฑ์ลูกค้า	ข้อ 5.3.2	ASTM A385	QC 10	ตารางที่ 5.27	ทุกรุ่น	สายตา, ตลับเมตร, เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	คิวซี
⇨	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
○	เตรียมชิ้นงาน	ข้อ 5.2.1.2 (ก)	ข้อ 5.2.2	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	เตรียมชิ้นงาน
□	ตรวจสอบหลังเตรียม	ข้อ 5.2.1.2 (ก)	AS 1627	P 03	ทุกชิ้น	ทุกรุ่น	สายตา, ตลับเมตร, เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	บ่อด่าง
⇨	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
○	ล้างสารละลายด่าง	ข้อ 5.2.1.2 (ข)	AS 1627	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อด่าง
○	ล้างน้ำ	ข้อ 5.2.1.2 (ข)	AS 1627	.....	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อด่าง
□	ตรวจสอบ	ข้อ 5.2.1.2 (ข)	AS 1627	P 03	ทุกชิ้น	ทุกรุ่น	สายตา, กระดาษชับมัน, pH มิเตอร์	บ่อกรด
⇨	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
○	ล้างสารละลายกรด	ข้อ 5.2.1.2 (ค)	AS 1627	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อกรด
○	ล้างน้ำ	ข้อ 5.2.1.2 (ค)	AS 1627	.....	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อกรด
□	ตรวจสอบ	ข้อ 5.2.1.2 (ค)	AS 1627	P 03	ทุกชิ้น	ทุกรุ่น	สายตา, กระดาษชับมัน, pH มิเตอร์	บ่อฟลักซ์
⇨	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
○	จุ่มสารละลายฟลักซ์	ข้อ 5.2.1.2 (ง)	ข้อ 5.2.2	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อฟลักซ์
□	ตรวจสอบ	ข้อ 5.2.1.2 (ง)	.....	P 03	ทุกชิ้น	ทุกรุ่น	สายตา	บ่อสังกะสี
⇨	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
○	ชุบสังกะสี	ข้อ 5.2.1.2 (จ)	ASTM A123	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อสังกะสี

ตารางที่ 5.27 แผนคุณภาพของผลิตภัณฑ์รางสายไฟฟ้า (ต่อ)

ผัง	ชื่อกระบวนการ	ข้อกำหนดคุณภาพ	เอกสารอ้างอิง	บันทึกคุณภาพ	จำนวนตรวจ	ความถี่	เครื่องมือวัด	ผู้รับผิดชอบ
	ล้างน้ำ	ข้อ 5.2.1.2 (จ)	ข้อ 5.2.2	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	บ่อสังกะสี
	ตรวจสอบหลังชุบ	ข้อ 5.2.1.2 (จ)	ASTM A123	QC 14	ตารางที่ 5.3	ทุกรุ่น	สายตา, ตลับเมตร, เครื่องวัดความหนา, เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	คิวซี
	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	จุ่มสารละลายโซเดียมไดโครเมต	ทั่วทั้งชิ้น	AS 1627	P 05	.....	ทุกรุ่น	.....	ตกแต่ง
	ขนถ่าย	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	ตกแต่ง	ข้อ 5.1.1	ASTM A123	.....	.....	ทุกรุ่น	.....	ตกแต่ง
	ตรวจสอบหลังแต่ง	ข้อ 5.1.2	ASTM A123	QC 01	ตารางที่ 5.3	ทุกรุ่น	สายตา, ตลับเมตร, เวอร์เนียคาร์ลิปเปอร์	คิวซี
	หีบห่อ	ข้อ 5.1.4	BS 729	.....	.....	ทุกรุ่น	.....	ตกแต่ง
	จัดเก็บ	ข้อ 5.1.4	BS 729	.....	.....	ทุกรุ่น	.....	ตกแต่ง